

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Уральский государственный педагогический университет»  
Институт математики, информатики и информационных технологий  
Кафедра информационно-коммуникационных технологий в образовании

# **ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D ПРИНТЕРОВ**

*Выпускная квалификационная работа  
бакалавра по направлению подготовки  
09.03.02 Информационные системы и технологии*

Исполнитель: студент группы БС-41z  
Института математики,  
информатики и ИТ  
Сатардинов Н.Т.

Работа допущена к защите  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Руководитель: ст. преподаватель  
Старкова Л.Н.

Екатеринбург – 2016

## **Реферат**

**Сатардинов Н.Т.** ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ 3D ПРИНТЕРОВ, выпускная квалификационная работа: стр.52, рис.60 , библи.19 назв., приложение.

**Ключевые слова:** 3d печать, 3d принтер, графический редактор.

**Объект исследования:** технология подготовки и процесса разработки моделей при использовании 3D технологий.

**Цель исследования:** описать технологию подготовки и разработки модели для 3d-печати.

# Оглавление

<b>РЕФЕРАТ .....</b>	<b>2</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>ГЛАВА 1. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ И ПРАКТИЧЕСКОГО ОПЫТА РЕАЛИЗАЦИИ 3D МОДЕЛЕЙ.....</b>	<b>7</b>
1.1 ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ.....	7
1.2 ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D ПЕЧАТИ .....	10
1.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ.....	12
1.4 СРАВНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ И 3D ПРИНТЕРА .....	12
<b>ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ.....</b>	<b>19</b>
2.1 РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА BLENDER.....	19
2.2 ЭТАПЫ ПОЛУЧЕНИЯ 3D МОДЕЛИ.....	21
2.3 ОГРАНИЧЕНИЕ НА 3D МОДЕЛИ, ПОДГОТОВЛЕННЫЕ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ.....	23
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>24</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>26</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ.....</b>	<b>29</b>

## **Введение**

С начала 21 века понятие «3D» прочно вошло в нашу повседневную жизнь. В первую очередь, мы связываем его с кино, фотографией или мультипликацией. Едва ли найдётся человек, который хотя бы раз в жизни не слышал о 3D-печати.

Хоть и ведётся много разговоров о 3D печати последние несколько лет, технология существует уже более 30 лет. В 1984 году компания Charles Hull разработала технологию трёхмерной печати для воспроизведения объектов с использованием цифровых данных, а двумя годами позже дала название и запатентовала технику стереолитографии.

Тогда же эта компания разработала и создала первый промышленный 3D принтер. Впоследствии эстафету приняла компания 3D Systems, разработавшая в 1988 году модель принтера для 3D печати в домашних условиях SLA – 250.

В том же году компанией Scott Grump было изобретено моделирование плавлеными осаждениями. После нескольких лет относительного затишья, в 1991 году компания Helisys разрабатывает и выпускает на рынок технологию для производства многослойных объектов, а через год, в 1992, в компании DTM выходит в свет первая система селективного лазерного спаивания.

В 1993 году основывается компания Solidscapе, которая и приступает уже к серийному производству принтеров на струйной основе, которые способны производить небольшие детали с идеальной поверхностью, причём при относительно небольших затратах.

В 2005 году появился первый 3D принтер, способный печатать в цвете, это детище компании Z Corp под названием Spectrum Z510, а буквально через два года появился первый принтер, способный воспроизводить 50% собственных комплектующих.

3D печать - это построение реального объекта по созданному на компьютере образцу 3D модели. Затем цифровая трёхмерная модель

сохраняется в формате STL-файла, после чего 3D принтер, на который выводится файл для печати, формирует реальное изделие.

Сам процесс печати – это ряд повторяющихся циклов, связанных с созданием трёхмерных моделей, нанесением на рабочий стол (эlevator) принтера слоя расходных материалов, перемещением рабочего стола вниз на уровень готового слоя и удалением с поверхности стола отходов.

Циклы непрерывно следуют один за другим: на первый слой материала наносится следующий, elevator снова опускается и так до тех пор, пока на рабочем столе не окажется готовое изделие.

Применение трехмерной печати – это серьезная альтернатива традиционным методам прототипирования и мелкосерийному производству. Трёхмерный, или 3d-принтер, в отличие от обычного, который выводит двухмерные рисунки, фотографии на бумагу, даёт возможность выводить объёмную информацию, то есть создавать трёхмерные физические объекты.

На данный момент оборудование данного класса может работать с фотополимерными смолами, различными видами пластиковой нити, керамическим порошком и металлоглиной.

В основе работы 3d принтера лежит принцип поэтапного создания твердой модели. Преимуществами 3D печати по сравнению с ручными способами построения моделей — являются выше скорость, намного проще и ниже стоимость.

3D технологии дают возможность полностью заменить ручной труд и тем самым упростив процесс разработки и создания модели — программное обеспечение показывает модель во всех ракурсах на экране, и позволяет устранить выявленные недостатки не в процессе создания, а при разработке, что ускоряет создание модели.

Маленькая вероятность совершения ошибок в отличие от ручной работы.

**Цель исследования:** описать технологию подготовки и разработки модели для 3d-печати.

**Объект исследования:** технология подготовки и процесса разработки моделей при использовании 3D технологий.

**Предмет исследования:** разработка нескольких моделей при помощи 3d программы.

**Задачи исследования:**

1. Проанализировать научную литературу, интернет-ресурсы и практический опыт для выявления современного состояния проблемы исследования и определить способы ее решения;
2. Разработать несколько моделей с использованием выбранных технологий;
3. Разработать краткое описание по управлению содержимым моделей 3D печати.

Теоретическая значимость данной работы заключается в описании технологий, области применения и разработки моделей в программе 3D печати.

Практическая значимость исследования заключается в разработке конкретного программного продукта – нескольких моделей для 3D принтера, которые можно использовать практически во всех сферах деятельности человека.

# **Глава 1. Анализ технологических подходов и практического опыта реализации 3D моделей.**

## **1.1 ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ**

Существуют различные технологии трёхмерной печати. Разница между ними заключается в способе наложения слоёв изделия.

Наиболее распространенными являются SLS (селективное лазерное сплетение), НРМ (наложение слоев расплавленных материалов) и SLA (стереолитография).

Наиболее широкое распространение благодаря высокой скорости построения объектов получила технология стереолитографии или SLA.

### **Технология SLA**

Технология работает так: лазерный луч направляется на фотополимер, после чего материал затвердевает.

В качестве фотополимера используется полупрозрачный материал, который деформируется под действием атмосферной влаги.

После отвердевания он легко поддаётся склеиванию, механической обработке и окрашиванию. Рабочий стол (элеватор) находится в ёмкости с фотополимером. После прохождения через полимер лазерного луча и отвердения слоя рабочая поверхность стола смещается вниз.

### **Технология SLS**

Спекание порошковых реагентов под действием лазерного луча – оно же SLS — единственная технология 3D печати, которая применяется при изготовлении форм, как для металлического, так и пластмассового литья.

Пластмассовые модели обладают отличными механическими качествами, благодаря которым они могут использоваться для изготовления полнофункциональных изделий. В SLS технологии используются материалы,

близкие по свойствам к маркам конечного продукта: керамика, порошковый пластик, металл.

Устройство 3d принтера выглядит следующим образом: порошковые вещества наносятся на поверхность элеватора и спекаются под действием лазерного луча в твёрдый слой, соответствующий параметрам модели и определяющий её форму.

### Технология DLP

Технология DLP – новичок на рынке трехмерной печати. Стереолитографические печатные аппараты сегодня позиционируются, как основная альтернатива FDM оборудованию. Принтеры данного типа используют технологию цифровой обработки светом. Многие задаются вопросом, чем печатает 3d принтер данного образца?

Вместо пластиковой нити и нагревающей головки для создания трехмерных фигур используются фотополимерные смолы и DLP-проектор.

Впервые услышав про DLP 3d принтер, что это такое – вполне резонный вопрос. Несмотря на замысловатое название, устройство почти не отличается от других настольных печатных аппаратов. К слову, его разработчики, в лице компании QSQM Technology Corporation, уже запустили в серию первые образцы высокотехнологичного оборудования.

### Технология EBM

Стоит отметить, технологии SLS/DMLS – далеко не единственные в области печати металлом <http://make-3d.ru/articles/3d-printer-po-metallu-kak-eto-vozmozhno/>. В настоящее время для создания металлических трехмерных объектов широко используется электронно-лучевая плавка. Лабораторные исследования показали, что использование металлической проволоки для послойного наплавления при изготовлении высокоточных деталей



малоэффективно, поэтому инженеры разработали специальный материал – металлоглину.

Металлическая глина, используемая в качестве чернил во время электронно-лучевой плавки изготавливается из смеси органического клея, металлической стружки и определенного количества воды. Для того чтобы превратить чернило в твердый объект, его нужно нагреть до температуры, при которой клей и вода выгорят, а стружка сплавится между собой в монолит.

Примечательно, что данный принцип также используется при работе с SLS принтерами. Но в отличие от них, EBM-аппараты генерируют для плавки металлоглины направленные электронные импульсы вместо лазерного луча. Нужно сказать, что данный метод обеспечивает высокое качество печати и отличную прорисовку мелких деталей.

На сегодняшний день продаются только промышленные принтеры, использующие EBM технологию.

### Технология НРМ (FDM) НРМ

Даёт возможность создавать не только модели, но и конечные детали из стандартных, конструкционных и высокоэффективных термопластиков. Это единственная технология, использующая термопластики производственного класса, обеспечивающие не имеющую аналогов механическую, термическую и химическую прочность деталей.

Печать по технологии НРМ выгодно отличается чистотой, простотой использования и пригодностью для применения в офисе. Детали из термопластика устойчивы к высоким температурам, механическим нагрузкам, различным химическим реагентам, влажной или сухой среде.

Растворимые вспомогательные материалы позволяют создавать сложные многоуровневые формы, полости и отверстия, которые было бы проблематично получить обычными методами. 3D-принтеры, действующие

по технологии НРМ, создают детали слой за слоем, разогревая материал до полужидкого состояния и выдавливая его в соответствии созданными на компьютере путями.

Для печати по технологии НРМ используется два различных материала — из одного (основного) будет состоять готовая деталь, и вспомогательного, который используется для поддержки. Нити обоих материалов подаются из отсеков 3D-принтера в печатающую головку, которая передвигается в зависимости от изменения координат X и Y, и наплавляет материал, создавая текущий слой, пока основание не переместится вниз и не начнется следующий слой.

Когда 3D-принтер завершит создание детали, остаётся отделить вспомогательный материал механически, или растворить его моющим средством, после чего изделие готово к использованию.

Как и технологии, отличаются друг от друга и сами принтеры. Если у вас принтер, работающий по SLA, то технологию SLS на нём применить будет невозможно, т. е. каждый принтер создан только под определённую технологию печати.

## **1.2 ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ 3D ПЕЧАТИ**

3D печать предоставляет возможности в различных сферах.

В архитектуре, например, 3D печать позволяет создавать объёмные макеты зданий, или даже целых микрорайонов со всей инфраструктурой — скверами, парками, дорогами и уличным освещением.

Благодаря используемому при этом дешёвому гипсовому композиту обеспечивается низкая себестоимость готовых моделей. А более 390 тысяч оттенков СМΥК позволяют в цвете воплотить любую, даже самую смелую фантазию архитектора.

В строительстве есть все основания предполагать, что в недалёком будущем намного ускорится и упростится процесс возведения зданий. Калифорнийскими инженерами создана система 3D печати для

крупногабаритных объектов. Она работает по принципу строительного крана, возводящего стены из слоёв бетона.

Такой принтер может возвести двухэтажный дом всего в течение 20 часов.

После чего рабочим останется лишь провести отделочные работы. 3D House Постепенно завоёвывают прочные позиции 3D принтеры и в мелкосерийном производстве.

В медицине благодаря технологиям трёхмерной печати врачи получили возможность воссоздавать копии человеческого скелета, что позволяет более точно отработать приёмы, повышающих гарантии успешного проведения операций.

Всё большее применение находят 3D принтеры в области протезирования в стоматологии, так как эти технологии позволяют намного быстрее получить протезы, чем при традиционном изготовлении.

Не так давно немецкими учёными была разработана технология получения человеческой кожи. При её изготовлении используется гель, полученный из клеток донора. А в 2011 году учёным удалось воспроизвести живую человеческую почку.

Возможности, которые открывает 3D печать во многих сферах деятельности человека поистине безграничны.

## 1.3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На разработку модели для 3D принтера в графическом редакторе Blender

1. Выбор объекта, определение его размеров и итогового формата файла для представления модели
2. Выбор среды разработки
3. Разработка эскиза по определенным размерам объекта
4. Визуализация объекта в 3D редакторе
5. Представление объекта

## 1.4 СРАВНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РЕДАКТОРОВ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ И 3D ПРИНТЕРА

Стремительное развитие технологий аддитивной печати было бы невозможным без современного программного обеспечения. Раньше приходилось подолгу осваивать графические редакторы и изучать азы инженерного моделирования для создания элементарных предметов.

Сегодняшний софт для 3d принтера позволяет практически полностью автоматизировать печатный процесс и значительно упростить обращение с высокотехнологичной техникой.

Программное обеспечение для 3d принтера можно поделить на несколько категорий:

- приложения для сканирования объектов и создания объемных моделей
- софт по созданию моделей с чистого листа
- программы для обработки 2D фотографий

### Сравнительная таблица программ трехмерного моделирования

Программный продукт	free	Экспорт/импорт STL-файлов	3D в реальном	ОС	Моделирование
---------------------	------	---------------------------	---------------	----	---------------

			времени / виртуальна я реальность		
T-Flex Cad 3D	-	+	+	Windows	+
Google Sketchup	+	+	-	Windows, Mac OS	+
Autodesk 3Ds Max	-	+	+	Windows	+
Autodesk Maya	-	+	+	Windows, Mac OS, Linux	+
Blender 3D 2. 78	+	+	+	Windows, Mac OS, Linux	+

Для создания 3D моделей идеально подходит программа Blender 3D.

### BLENDER 3D

Blender — свободный, профессиональный пакет для создания трехмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также для создания интерактивных игр. В настоящее время пользуется наибольшей

популярностью среди бесплатных 3D редакторов в связи с его быстрым и стабильным развитием, которому способствует профессиональная команда разработчиков.

Характерной особенностью пакета Blender является его небольшой размер по сравнению с другими популярными пакетами для 3D-моделирования.

Функции пакета:

- Поддержка разнообразных геометрических примитивов, включая полигональные модели, систему быстрого моделирования в режиме subdivision surface (SubSurf), кривые Безье, поверхности NURBS, metaballs (метасферы), скульптурное моделирование и векторные шрифты.
- Универсальные встроенные механизмы рендеринга и интеграция с внешним рендерером YafRay, LuxRender и многими другими.
- Инструменты анимации, среди которых инверсная кинематика, скелетная анимация и сеточная деформация, анимация по ключевым кадрам, нелинейная анимация, редактирование весовых коэффициентов вершин, ограничители, динамика мягких тел (включая определение коллизий объектов при взаимодействии), динамика твёрдых тел на основе физического движка Bullet и система волос на основе частиц.
- Python используется как средство создания инструментов и прототипов, системы логики в играх, как средство импорта/экспорта файлов (например Collada), автоматизации задач.
- Базовые функции нелинейного редактирования и комбинирования видео.
- Game Blender — подпроект Blender, предоставляющий интерактивные функции, такие как определение коллизий, движок динамики и программируемая логика. Также он позволяет создавать отдельные real-time <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B0%D0%BB%D1>

[%8C%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D0%B2%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%8F](#) приложения начиная от архитектурной визуализации до видео игр.

Сначала Blender имел репутацию программы, сложной для изучения. Практически каждая функция имеет соответствующее ей сочетание клавиш, и учитывая количество возможностей, предоставляемых Blender, каждая клавиша включена в более чем одно сочетание (shortcut). С тех пор как Blender стал проектом с открытым исходным кодом, были добавлены полные контекстные меню ко всем функциям, а использование инструментов сделано более логичным и гибким. Был улучшен пользовательский интерфейс с введением цветовых схем, прозрачных плавающих элементов, новой системой просмотра дерева объектов и разными мелкими изменениями.

Отличительные особенности интерфейса пользователя:

- Режимы редактирования. Два основных режима *Объектный режим (Object mode)* и *Режим редактирования (Edit mode)*, которые переключаются клавишей Tab. Объектный режим в основном используется для манипуляций с индивидуальными объектами, в то время как режим редактирования — для манипуляций с фактическими данными объекта. К примеру, для полигональной модели в объектном режиме мы можем перемещать, изменять размер и вращать модель целиком, а режим редактирования используется для манипуляции отдельных вершин конкретной модели. Также имеются несколько других режимов, таких как *Vertex Paint* и *UV Face select*.
- Широкое использование горячих клавиш. Большинство команд выполняется с клавиатуры. До появления 2.x и особенно 2.3x версии, это был единственный путь выполнять команды, и это было самой большой причиной создания репутации Blender'у как сложной для изучения программы. Новая версия имеет более полное графическое меню.

- Управление рабочим пространством. Графический интерфейс Blender'a состоит из одного или нескольких экранов, каждый из которых может быть разделён на секции и подсекции, которые могут быть любой частью интерфейса Blender'a. Графические элементы каждой секции могут контролироваться теми же инструментами, что и для манипуляции в 3D пространстве, для примера можно уменьшать и увеличивать кнопки инструментов тем же путём, что и в 3D просмотре. Пользователь полностью контролирует расположение и организацию графического интерфейса, это делает возможным настройку интерфейса под конкретные задачи, такие как редактирование видео, UV mapping и текстурирование, и сокрытие элементов интерфейса которые не нужны для данной задачи. Этот стиль графического интерфейса очень похож на стиль, используемый в редакторе UnrealEd карт для игры Unreal Tournament.

Рабочее пространство Blender'a считается одной из самых прогрессивных идей интерфейса для графических инструментов и обновленным дизайном графического интерфейса.

Дополнительные особенности:

- Есть возможность настраивать объекты меш сразу после добавления на сцену (устанавливать количество полигонов, поворот и радиус). После одного изменения этого объекта сделать это уже будет невозможно.
- В программе Blender сущность, взаимодействующая с окружающим миром и её данные (форма или функции объекта) разделяемы. Отношение Объект-Данные представляется отношением  $1:n$  (термин, относящийся к теории баз данных, обозначает возможность нескольких объектов использовать одни и те же данные — *один ко многим* или сюръекция).
- Внутренняя файловая система, позволяющая хранить несколько сцен в едином файле (называемом .blend файл).
- Все «.blend» файлы совместимы как с более старыми, так и с более новыми версиями Blender. Так же все они переносимы с одной платформы на другую и могут использоваться как средство переноса созданных ранее работ.



- Blender делает резервные копии проектов во время всей работы программы, что позволяет сохранить данные при непредвиденных обстоятельствах.
- Все сцены, объекты, материалы, текстуры, звуки, изображения, post-production эффекты могут быть сохранены в единый «.blend» файл.
- Настройки рабочей среды могут быть сохранены в «.blend» файл, благодаря чему при загрузке файла вы получите именно то, что сохранили в него. Файл можно сохранить как «пользовательский по умолчанию», и каждый раз при запуске Blender вы будете получать необходимый набор объектов и подготовленный к работе интерфейс.

Тем не менее, внутреннее содержание «.blend» файла менее похоже на структурированное описание объектов и их взаимоотношений, и более близко к прямому дампу области памяти программы. Это делает практически невозможным преобразование «.blend» файлов в другие форматы. При этом следует заметить весьма продвинутый механизм экспорта в разнообразные форматы, такие как [obj](#), [dxf](#), [stl](#), [3ds](#) и прочие (список постепенно растёт).



## **Глава 2. Разработка технологии 3D моделирования.**

### **2.1 РАЗРАБОТКА 3D МОДЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА BLENDER.**

Для начала необходимо запустить саму программу Blender 3D (рис. 1).

#### **1) Создание 3D модели компьютерного стола.**

Выбрать Свойства – Сцена - Единицы измерения – Сантиметры (рис.2)

Создать крышку стола 120x75 (рис.3).

Создать боковые стенки, нажать Shift+D, задать размеры 60x73 (рис.4)

Создать перегородку, нажать Shift+D, задать размеры 96x50 (рис.5)

Повернуть перегородку на 90 градусов по оси X (рис.6)

Повернуть боковые стенки на 90 градусов по осям X,Z (рис.7)

Нажать Shift+TAB, сделать привязку по граням, собрать стол двигая объекты (рис.8)

Выбрать цвет стола (рис.9)

Создать пол для стола (рис.10)

Итоговый результат (рис.11)

#### **2) Создание Чашки**

Добавить окружность, нажав Shift+A (рис.12)

Выбрать Режим правки, нажать NumPad 1, затем NumPad 5 (рис.13)

Нажать E, затем Z, поднять вверх, затем нажать S, расширить чашку (рис.14)

Подобным образом нарисовать чашку (рис.15)

Сформировать толщину чашки. Нажать E, Esc, S (рис.16)

Перейти в каркасный режим. Нажать NumPad 1, Z, E,S (рис.17)

Сделать дно. Нажать E,Esc,S (рис.18)

Нажать Alt+M, выбрать «в центре» (рис.19)

Закрыть внешнее дно. Нажать Alt, правая кнопка мыши (рис.20)

Нажать NumPad 1, Z (рис.21)

Нажать E,Esc,S (рис.22)

Нажать Alt+M, выбрать «в центре» (рис.23)

Нажать Z, NumPad 1, NumPad 3, Выбрать Грани (рис.24)

Нажать Shift+правая кнопка мыши, Numpad 1, E,G,R (рис.25)

Нажать E,G,R (рис.26)

Выбрать выделение вершин, выделить 4 вершины Shift+правая кнопка мыши, F (рис.27)

Перейти в режим объекта, выбрать гладкое затенение (рис.28)

Выбрать режим правки, нажать N, выбрать нормали, нажать A, Ctrl+N (рис.29)

Выбрать режим объекта, в свойствах выбрать Модификаторы – Подразделение поверхности (рис.30)

В разделе Подразделения параметрам Вид и Визуализация поставить значение 3 (рис.31)

Выбрать цвет чашки (рис.32)

Создать плоскость для чашки. Нажать Shift+A (рис.33)

### **3) Создание смартфона**

Открыть исходную картинку смартфона. Свойства – Фоновые изображения (рис.34)

Нажать NumPad 1, NumPad 5, добавить плоскость , Shift+A (рис.35)

Нажать Alt+M, выбрать «в центре» (рис.36)

Сдвинуть плоскость в левый верхний край картинки смартфона (рис.37)

Выделить смартфон, нажать E (рис.38)

Вырезать выделенный смартфон, нажать A,F (рис.39)

Заккрыть исходную картинку (рис.40)

Нажать NumPad 3, E (рис.41)

Перейти в режим объекта, сделать гладкое затенение (рис.42)

Выбрать режим правки, выделение граней, нажать U - Развернуть (рис.43)

Выбрать разметку экрана UV Editing (рис.44)  
Добавить исходную картинку (рис.45,46)  
Наложить плоскость на переднюю часть смартфона (рис.47)  
Нажать Выделение – Инвертировать (рис.48)  
Нажать U – Развернуть (рис.49)  
Добавить исходную картинку (рис.50)  
Наложить плоскость на заднюю часть смартфона (рис.51)  
Выбрать разметку экрана Default (рис.52).  
Нажать Shift+A , Лампа – Точка (рис.53)  
Поставить лампу снизу и сверху смартфона (рис.54)  
Выбрать режим правки, во вкладке Материал создать новый материал (рис.55)  
Во вкладке Текстура создать новую текстуру (рис.56)  
В созданную текстуру добавить исходное изображение смартфона (рис.57)  
Перейти в режим объекта. Во вкладке Материал параметр интенсивность поставить на 0. В методе отображения или затенения объектов выбрать материал (рис.58)  
Итоговый результат (рис.59,60)

## **2.2 ЭТАПЫ ПОЛУЧЕНИЯ 3D МОДЕЛИ**

- 1) Создание цифровой модели.
- 2) Экспорт 3D модели в цифровой формат.

Когда моделирование окончено, следует перевести полученный файл в STL-формат, который распознаёт большинство 3D-принтеров. Для этого нужно выбрать в меню пункт «Сохранить как» или «Import/Export», в зависимости от используемой программы.

Перед экспортом файла следует указать степень детализации модели или степень её разбиения на треугольники. Если выбрать параметр «Точно»,

то разбиение получится плотным, готовый файл займёт довольно много места на жёстком диске компьютера и будет дольше обрабатываться специальным программным обеспечением, но зато на выходе пользователь получит объект с высококачественной поверхностью. Если выбрать параметр «Грубо», то разбиение получится менее плотным или совсем неплотным, готовый файл займёт на жёстком диске меньше места и будет быстрее обрабатываться в специальной программе, но и качество внешних поверхностей будет значительно ниже, чем при точном разбиении.

При выборе способа разбиения объекта необходимо учитывать требования к качеству его внешней поверхности, а также мощность персонального компьютера и его способность справиться с обработкой модели перед отправкой на печать.

### 3) Генерирование G-кода.

STL-файл с будущим объектом обрабатывается специальной программой-слайсером, которая переводит его в управляющий G-код для 3D-принтера. Если модель не подвергнуть слайсингу, то 3D-принтер не распознает её. Среди наиболее популярных слайсинговых программ можно отметить Kisslacer, Skineforge, Slic3r.

Программы-слайсеры разрезают модель на тонкие горизонтальные пластины и преобразуют в цифровой G-код, понятный трёхмерному принтеру.

Программа - слайсер задаёт траекторию движения печатающей головки 3D-принтера при нанесении расходного материала.

4)Подготовка 3D принтера к работе.

5)Печать 3D объекта.

6)Финишная обработка объекта.

## 2.3 ОГРАНИЧЕНИЕ НА 3D МОДЕЛИ, ПОДГОТОВЛЕННЫЕ ДЛЯ 3D ПЕЧАТИ

**3D-печать имеет следующие ограничения:**

**Размер объекта** – невозможно напечатать слишком мелкие детали, а особенно мелкие полые детали.

**Геометрия, формы 3D-модели** – поскольку для нависающих и выпирающих частей модели строятся специальные подпорки, необходимо учитывать, что объект будет нуждаться в дальнейшей обработке. Кроме того, необходимо также учитывать тот факт, что некоторые подпорки удалить достаточно сложно, что в свою очередь может привести к порче поверхности модели.

**Основание у объекта должно быть плоским.** Если основание 3D-модели не плоское, то при печати на 3D принтере может возникнуть проблема отслаивания материала от рабочей поверхности. Чтобы этого не произошло, опять же применяется специальная конструкция (подложка) – рафт. При удалении рафта от поверхности объекта также возможно некоторое повреждение.

Любой 3D-принтер имеет собственные **ограничения рабочего поля** – это максимальные габариты для печати. Если модель объекта будет превышать эти габариты, необходимо будет «нарезать» 3D модель на несколько кусочков, отдельно напечатать на 3D принтере каждый из них, и дальше склеить их и провести необходимые работы по доработке (шлифовке).

## **Заключение**

В данном дипломном проекте был проведен анализ современных технологий подготовки и процесса разработки моделей при использовании 3D технологий.

В ходе исследования были проанализированы современные технологии подготовки и разработки моделей для 3D печати.

В ходе работы был разработано 3 модели для печати, созданные в графическом редакторе Blender.

Blender является свободным, профессиональным пакетом для создания трехмерной компьютерной графики, включающий в себя средства моделирования, анимации, рендеринга, постобработки и монтажа видео со звуком, компоновки с помощью «узлов» (Node Compositing), а также для создания интерактивных игр. Характерной особенностью пакета Blender является его небольшой размер по сравнению с другими популярными пакетами для 3D-моделирования.





## Литература

1. Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX . - М.: ДМК, 2012. - 176 с.
2. Ганеев, Р.М. 3D-моделирование персонажей в Maya: Учебное пособие для вузов. - М.: ГЛТ, 2012. - 284 с. с.
3. Зеньковский, В. 3D-моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие . - М.: Форум, 2011. - 384 с.
4. Зеньковский, В.А. 3D моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 384 с.
5. Климачева, Т.Н. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование. - СПб.: BHV, 2008. - 912 с.
6. Пекарев, Л. Архитектурное моделирование в 3ds. - СПб.: BHV, 2007. - 256 с.
7. Петелин, А.Ю. 3D-моделирование в Google Sketch Up - от простого к сложному. Самоучитель. - М.: ДМК Пресс, 2012. - 344 с.
8. Погорелов, В. AutoCAD 2009: 3D-моделирование. - СПб.: BHV, 2009. - 400 с.
9. Полещук, Н.Н. AutoCAD 2007: 2D/3D-моделирование. - М.: Русская редакция, 2007. - 416 с.
10. Сазонов, А.А. 3D-моделирование в AutoCAD: Самоучитель. - М.: ДМК, 2012. - 376 с.
11. Тозик, В.Т. 3ds Max Трехмерное моделирование и анимация на примерах. - СПб.: BHV, 2008. - 880 с.
12. Трубочкина, Н.К. Моделирование 3D-наносхемотехники. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012. - 499 с.
13. Швембергер, С.И. 3ds Max. Художественное моделирование и специальные эффекты - СПб.: BHV, 2006. - 320 с.
14. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная\\_страница](https://ru.wikipedia.org/wiki/Заглавная_страница)

15. <http://make-3d.ru>
16. <http://3dpr.ru/>
17. <https://sibac.info>
18. <http://fb.ru/>
19. <https://www.youtube.com> Видеоуроки



# Приложение

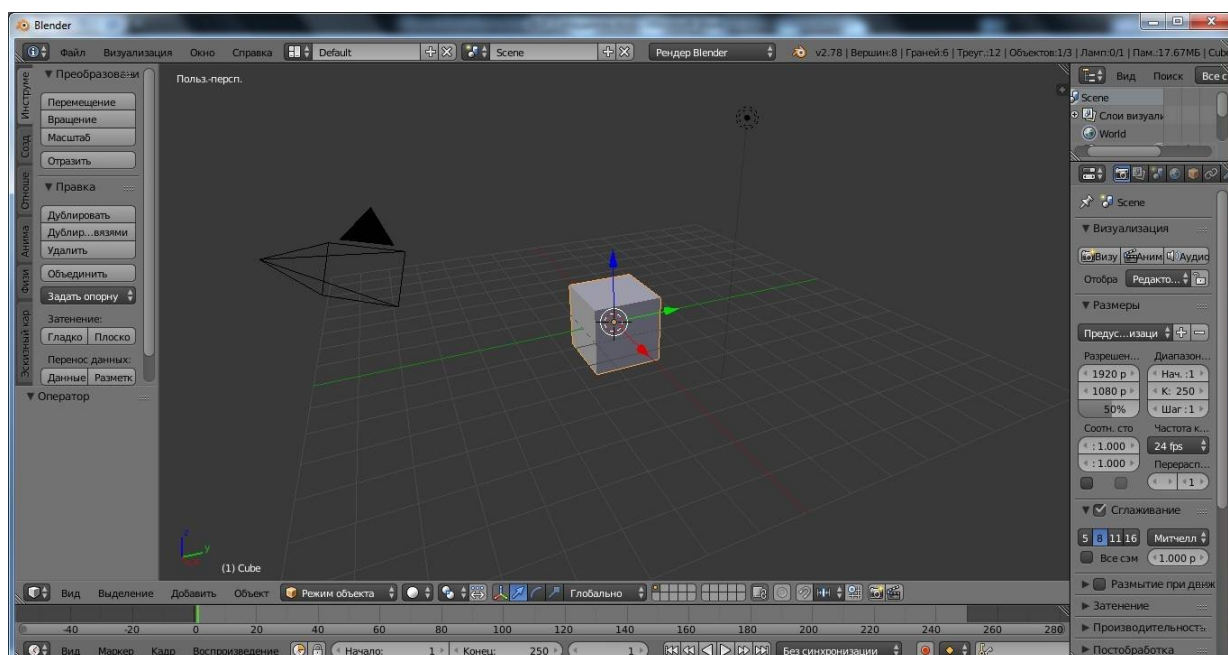


Рисунок 1

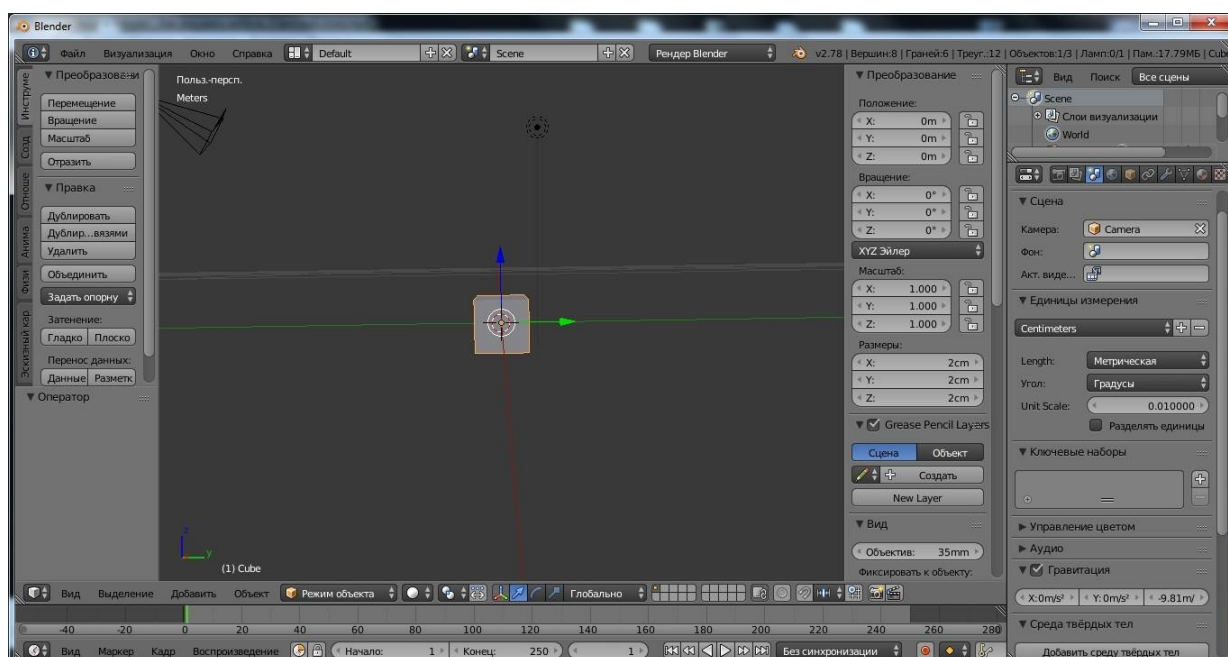


Рисунок 2

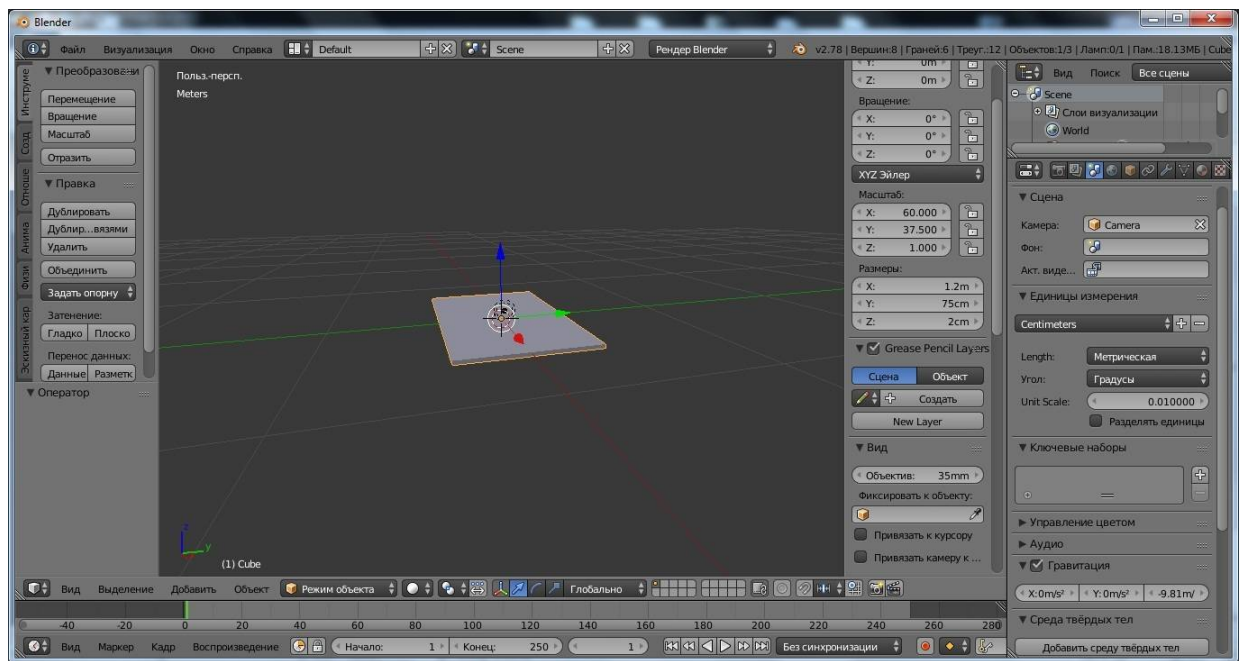


Рисунок 3

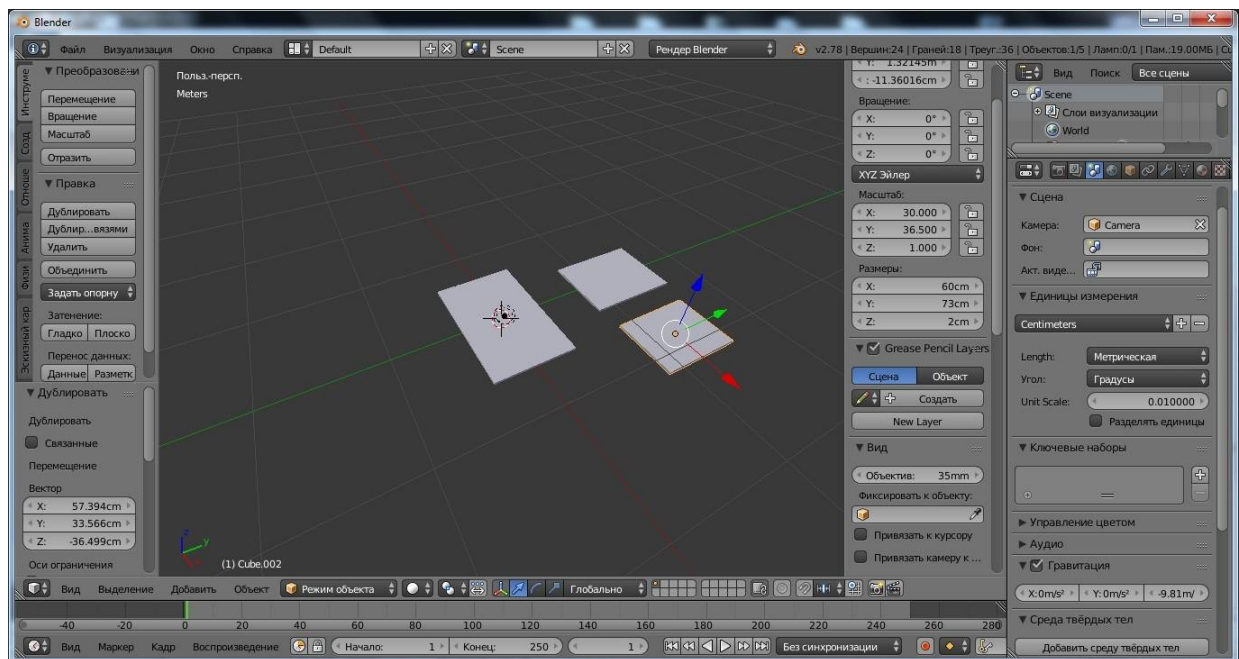


Рисунок 4

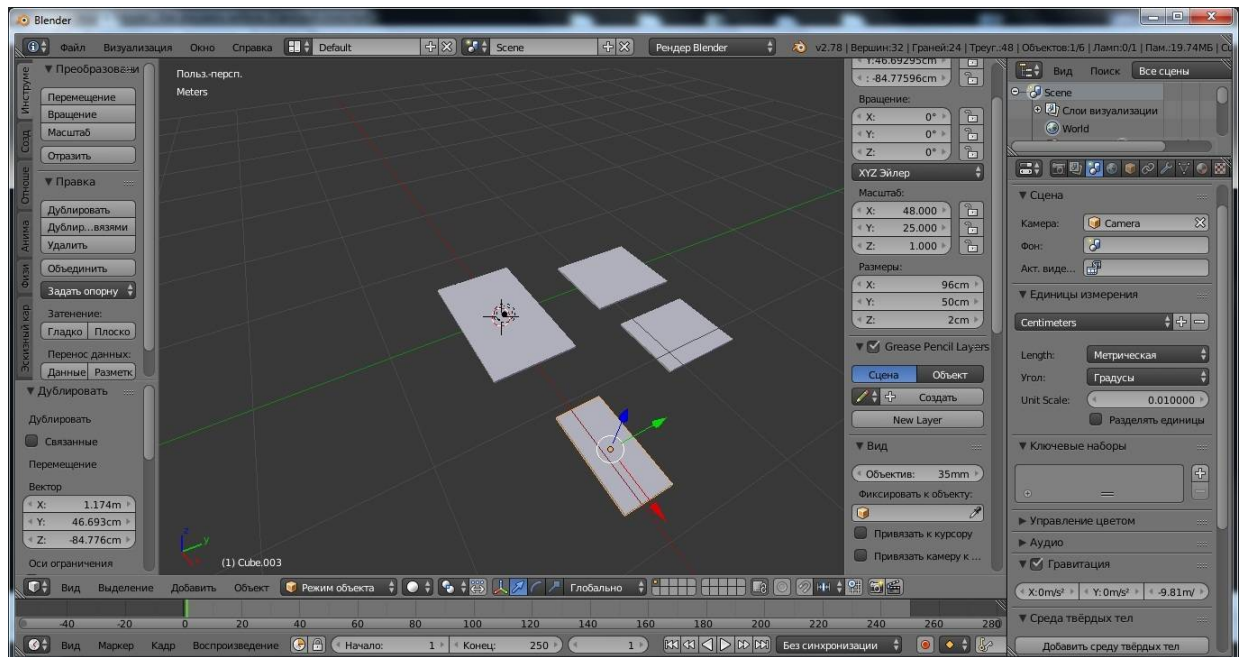


Рисунок 5

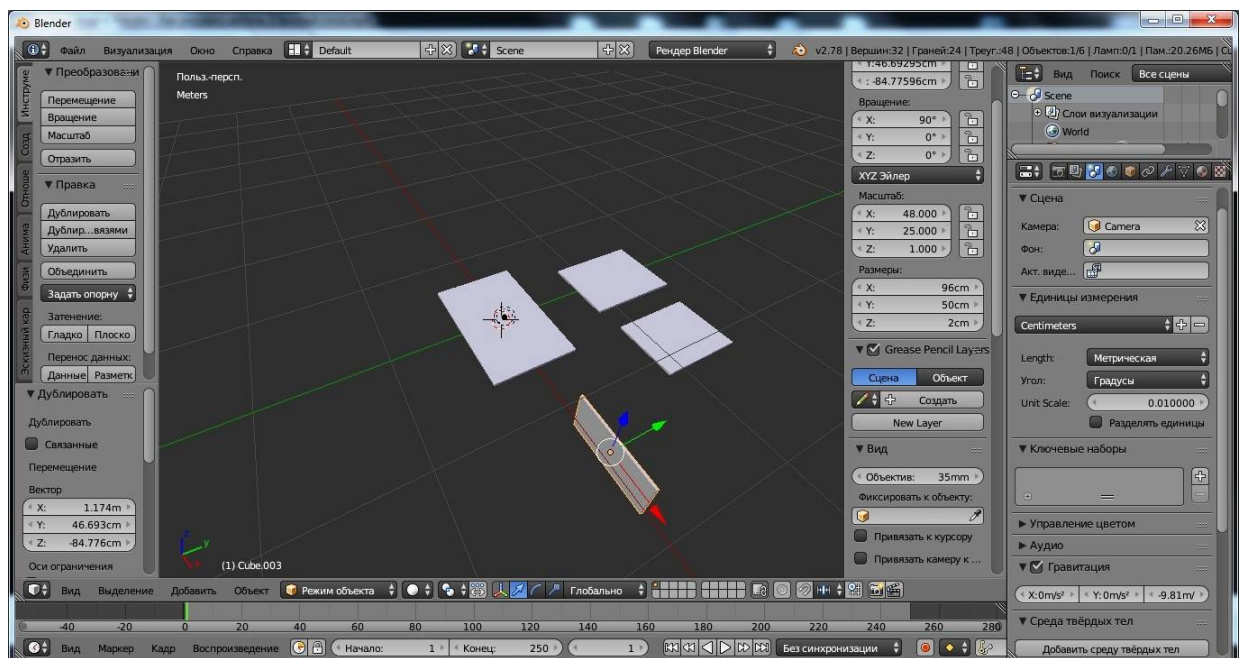


Рисунок 6



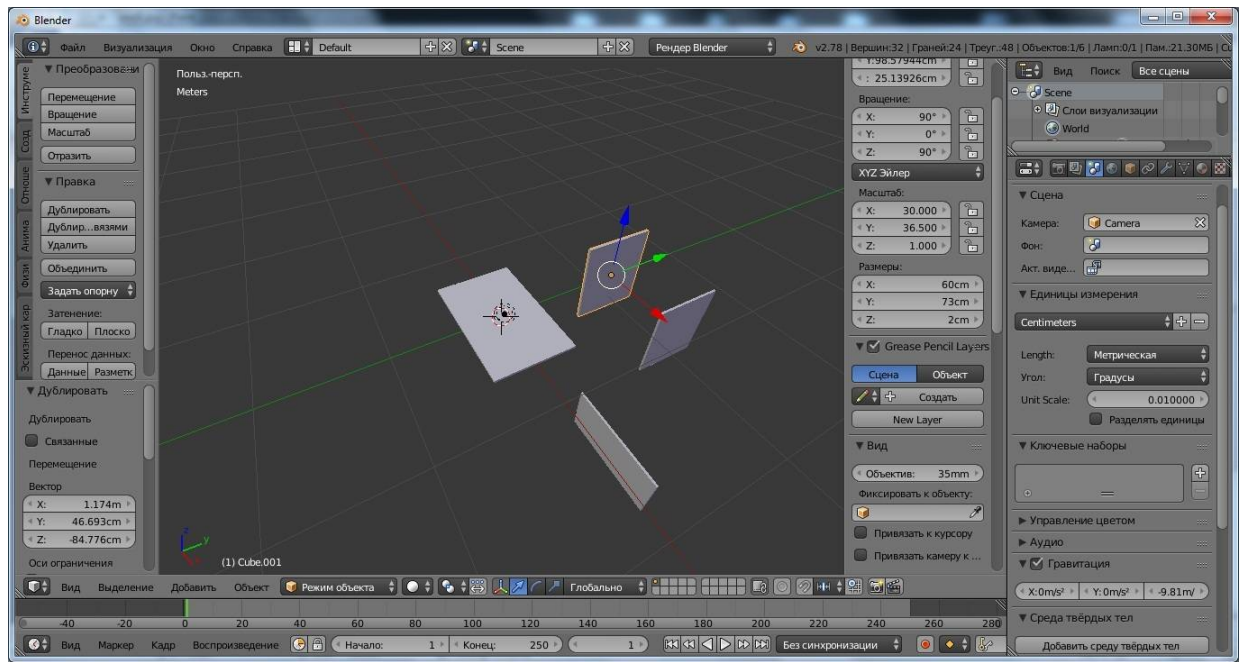


Рисунок 7

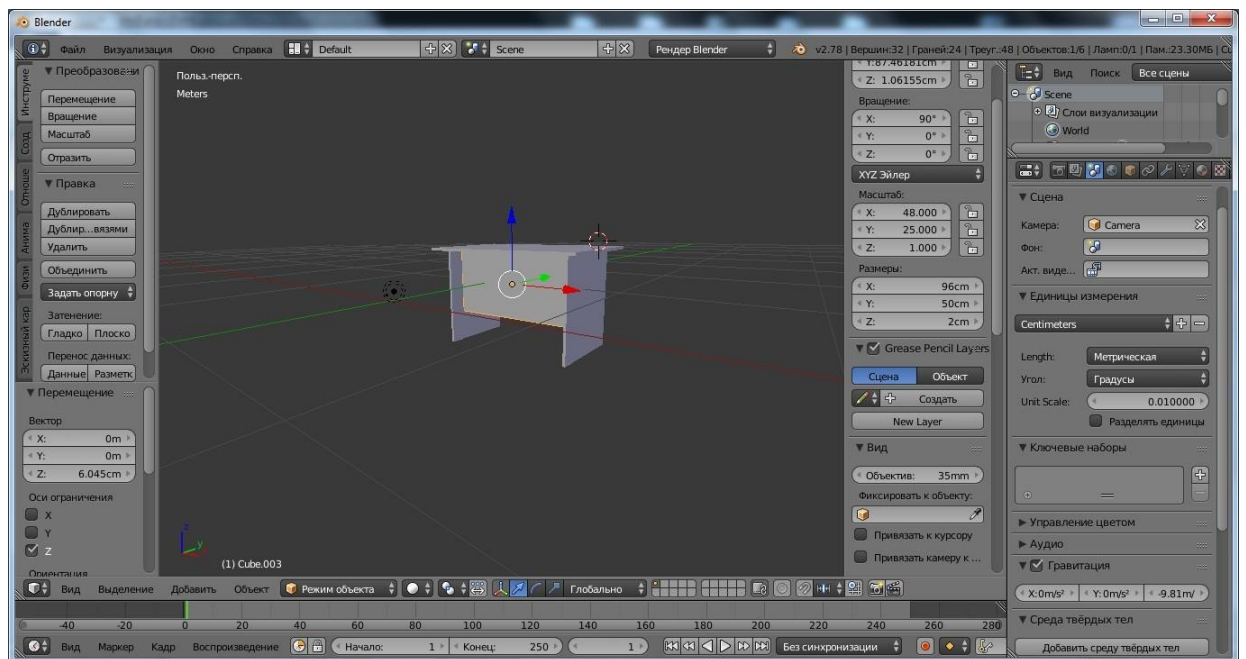


Рисунок 8



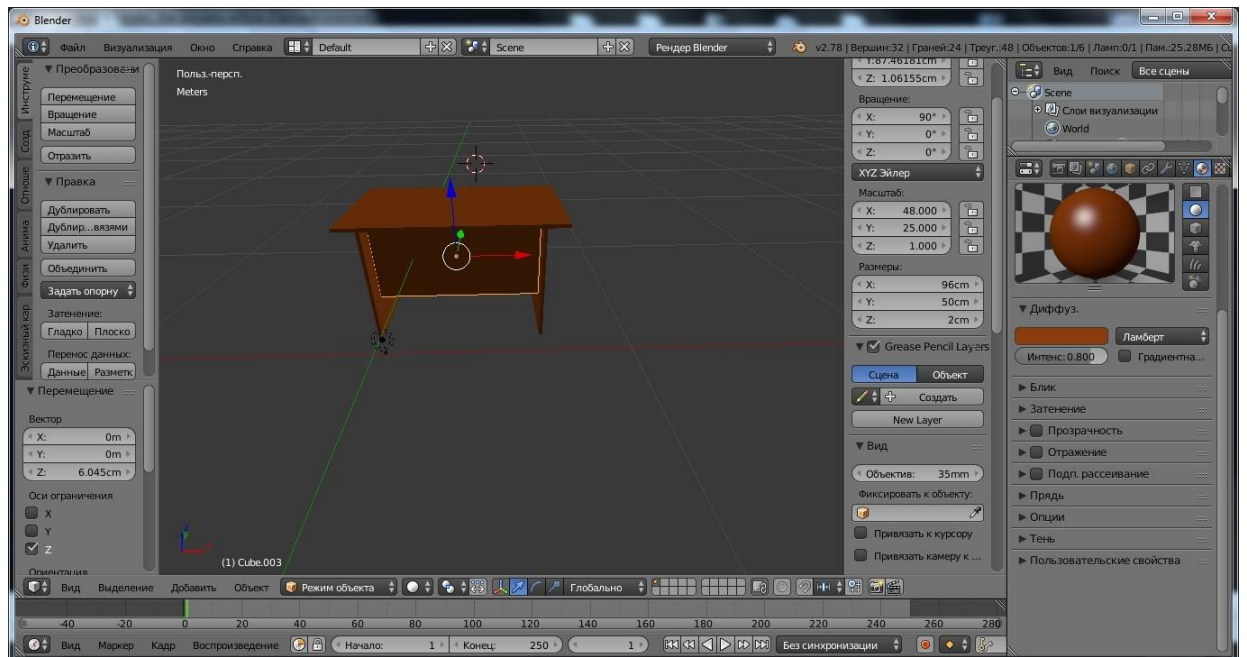


Рисунок 9

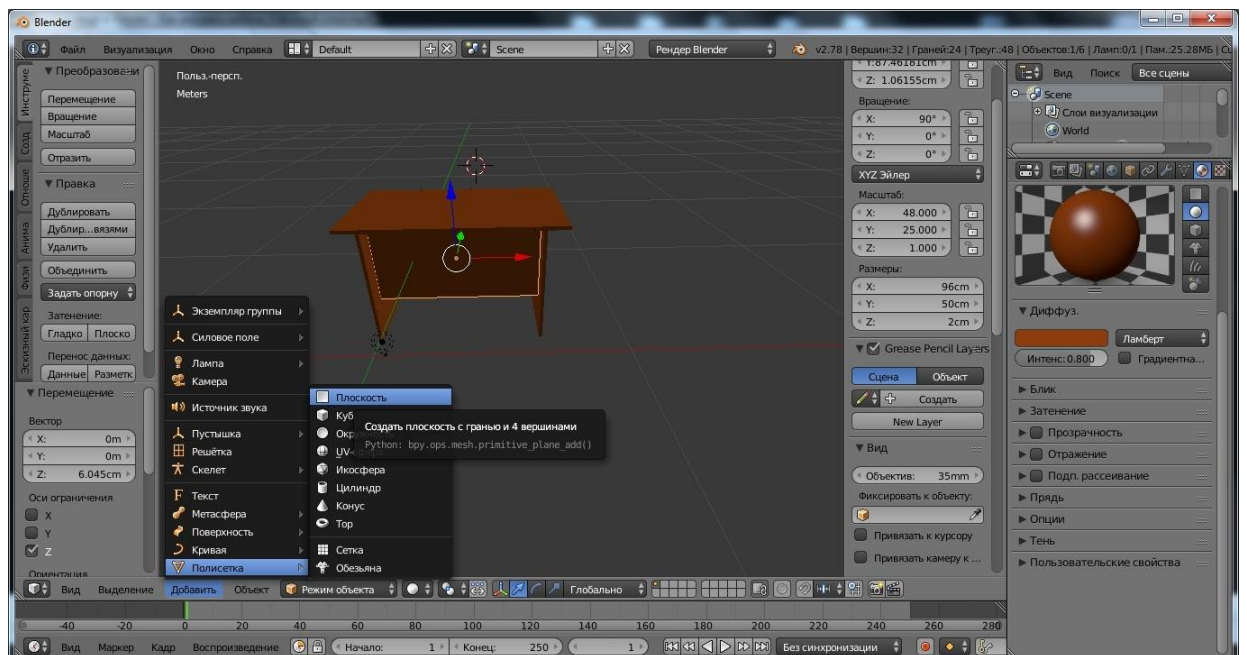


Рисунок 10

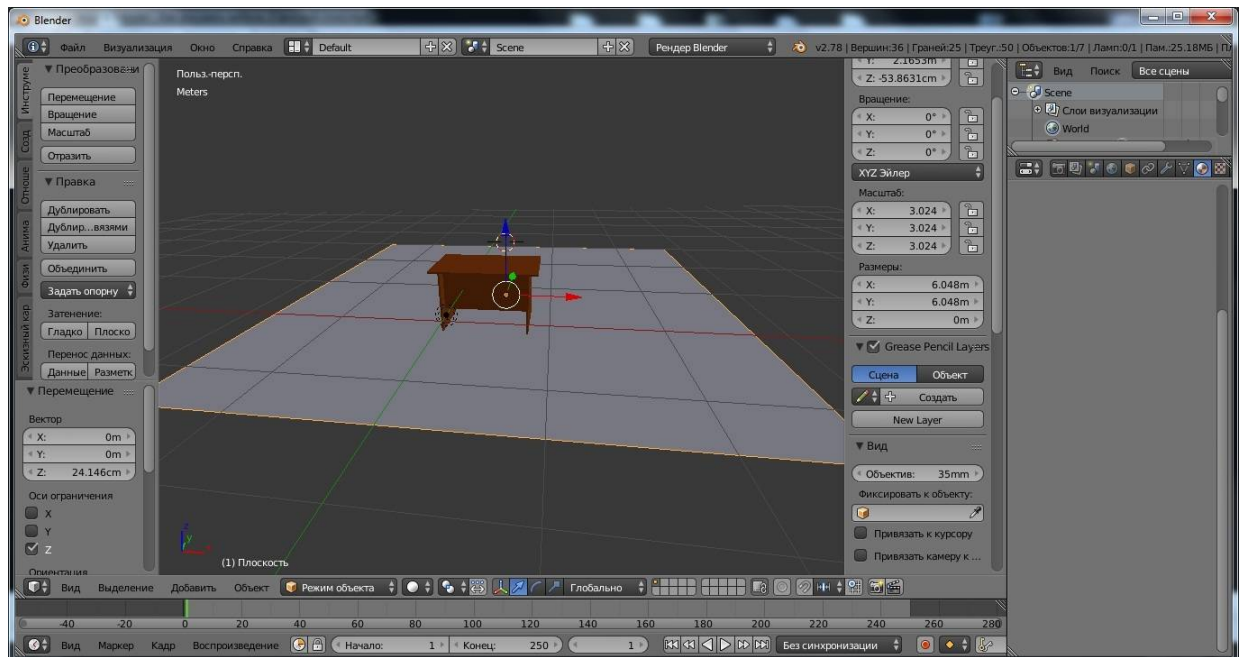


Рисунок 11

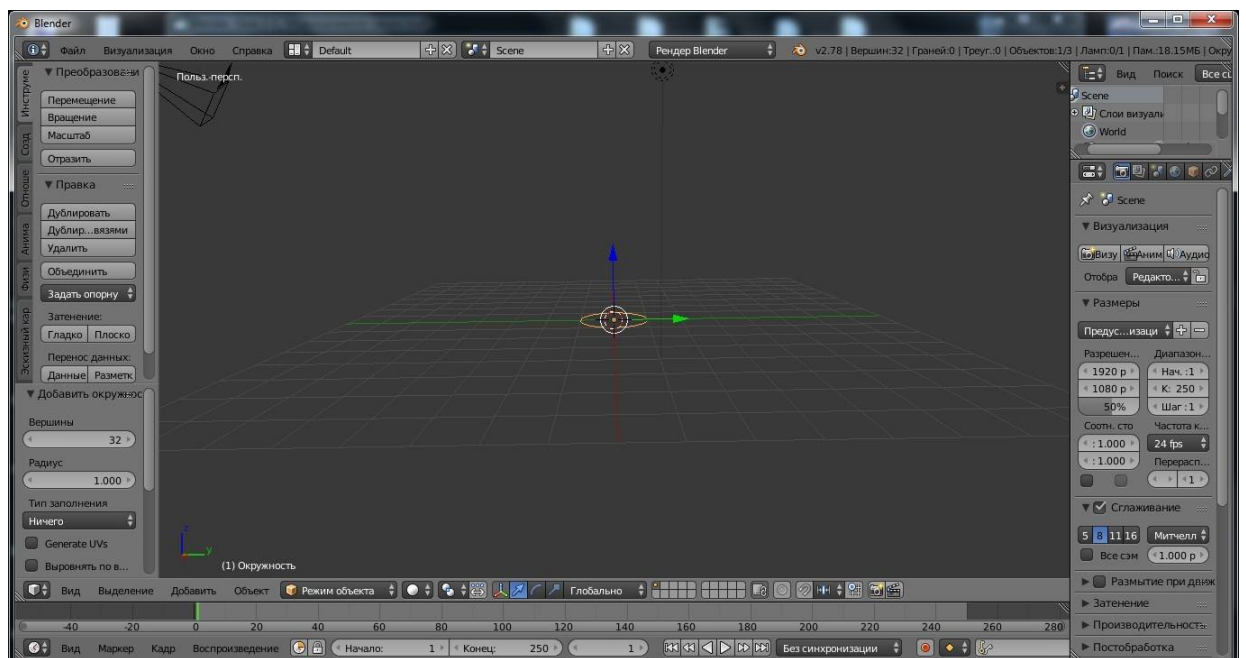


Рисунок 12

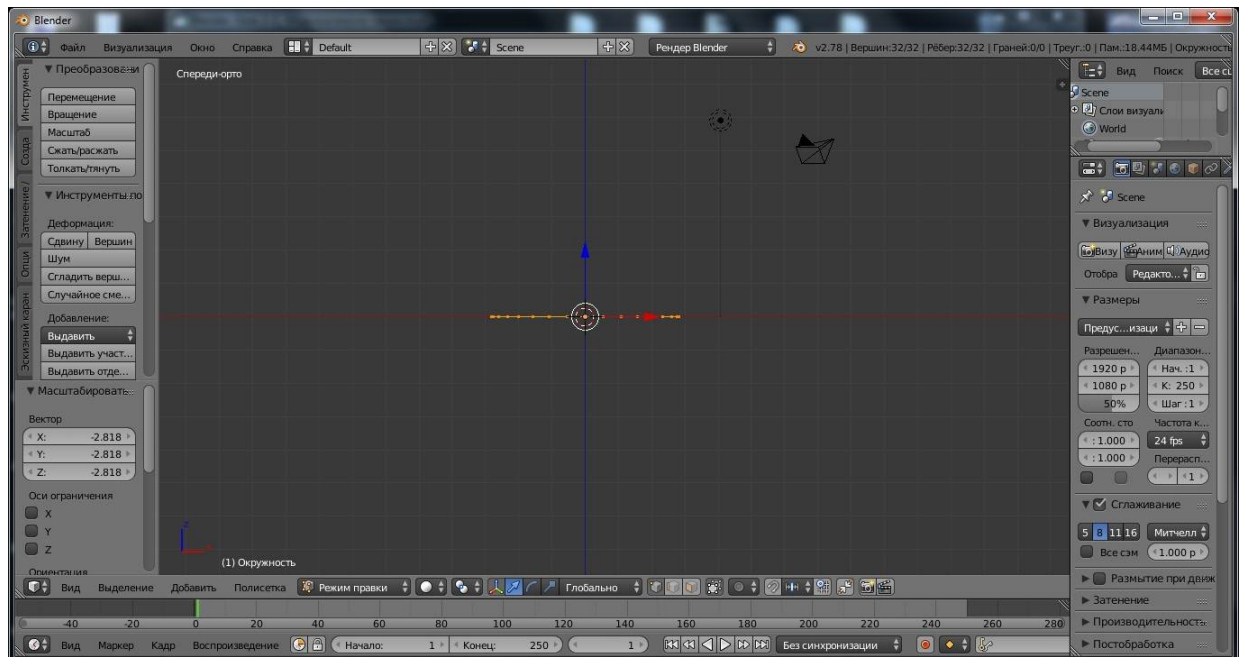


Рисунок 13

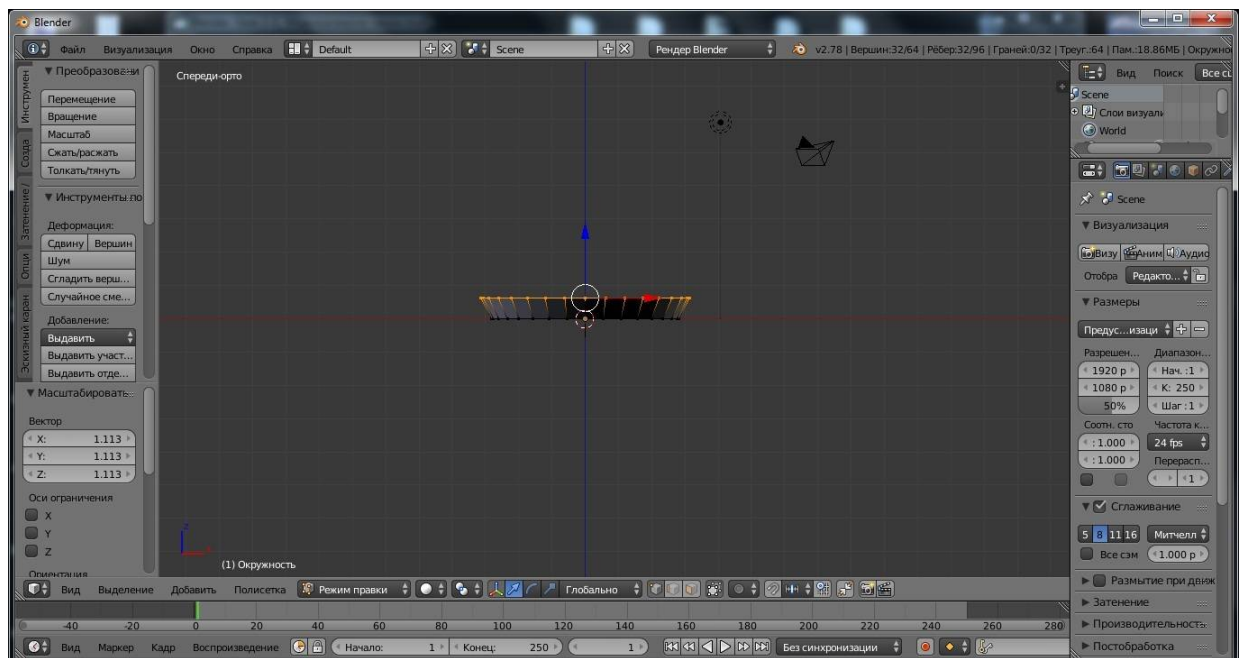


Рисунок 14

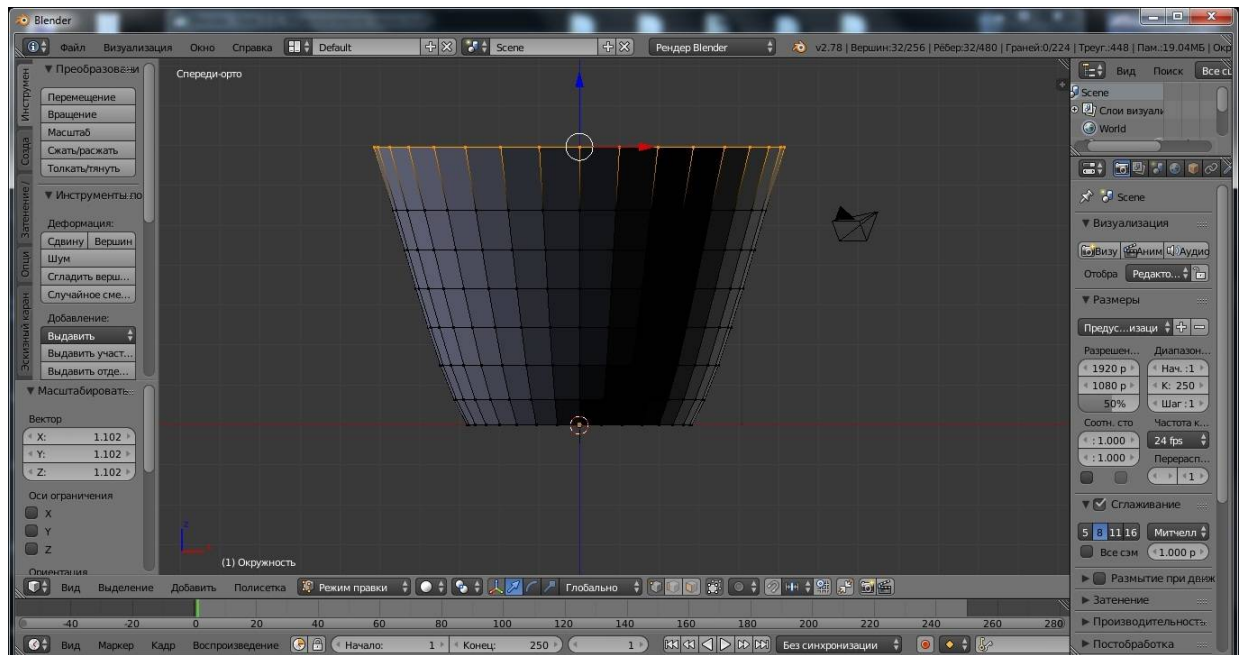


Рисунок 15

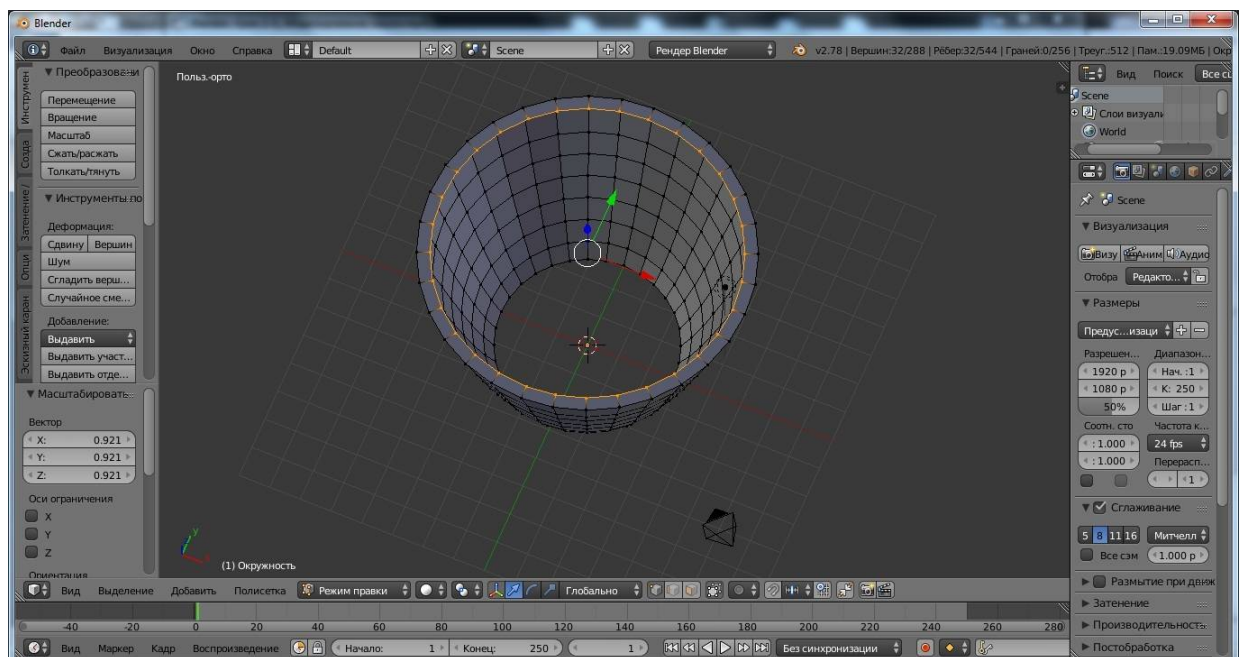


Рисунок 16



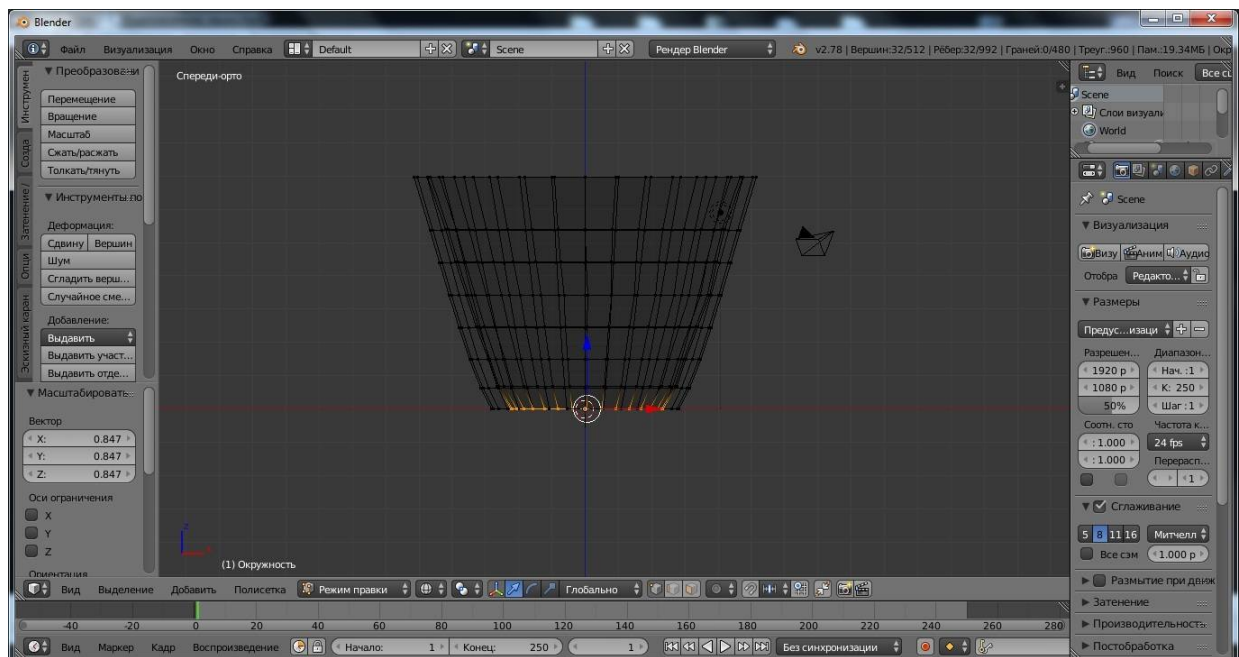


Рисунок 17

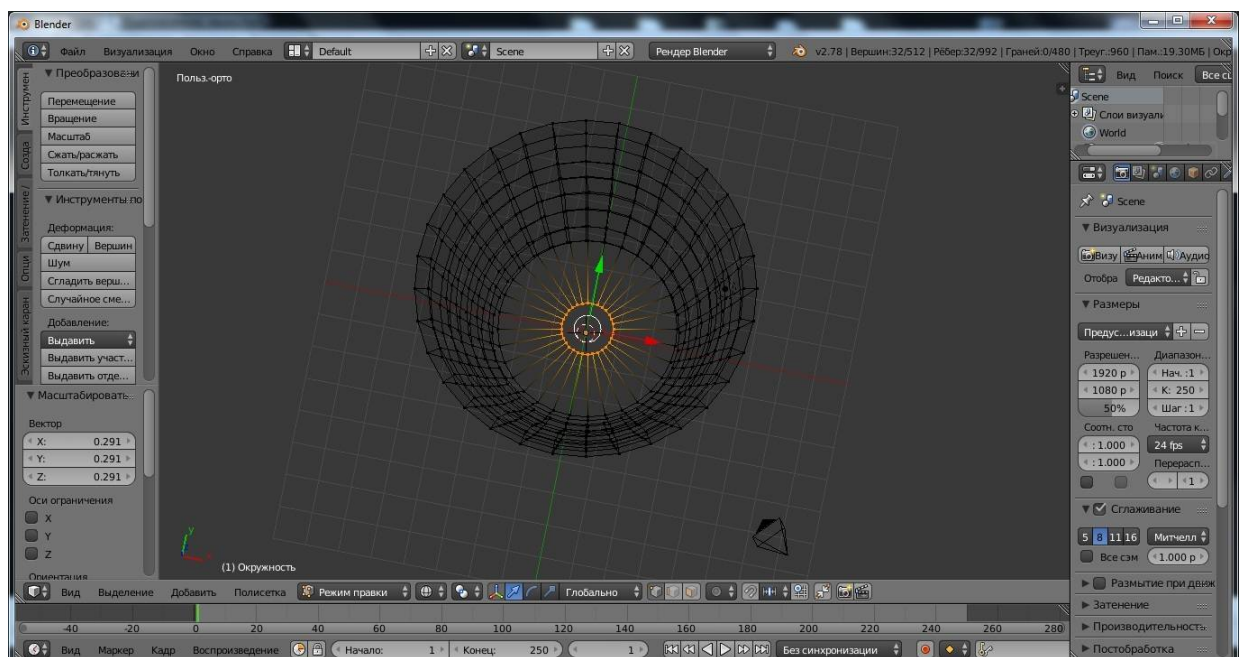


Рисунок 18

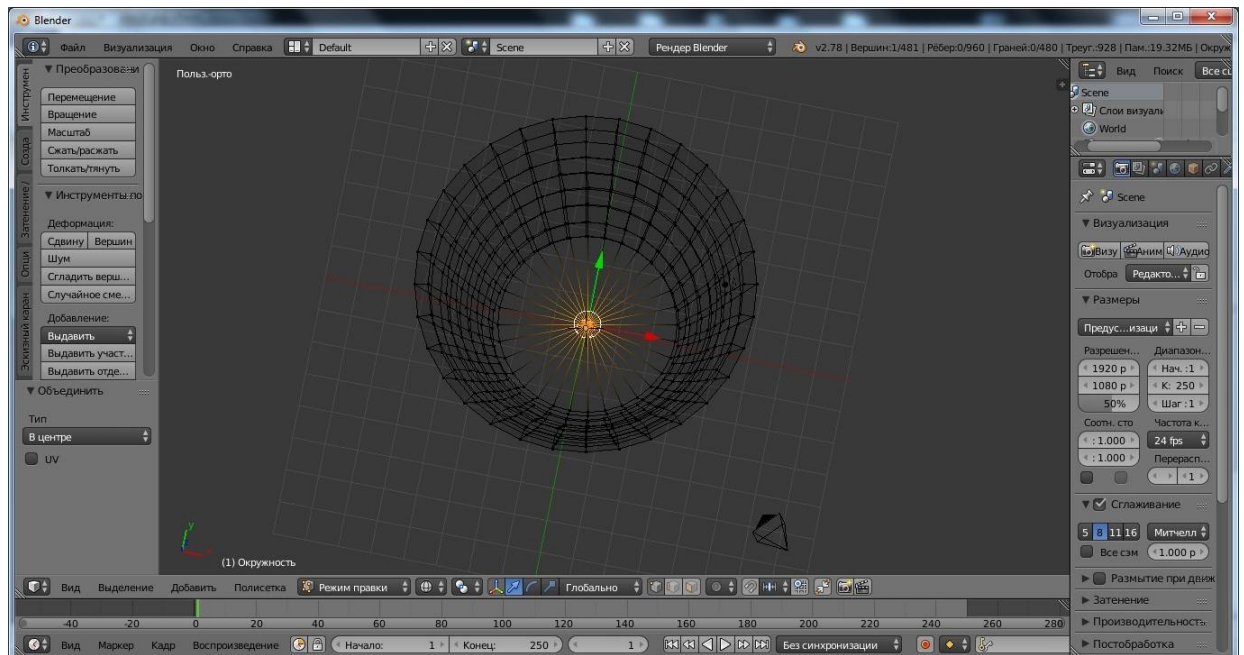


Рисунок 19

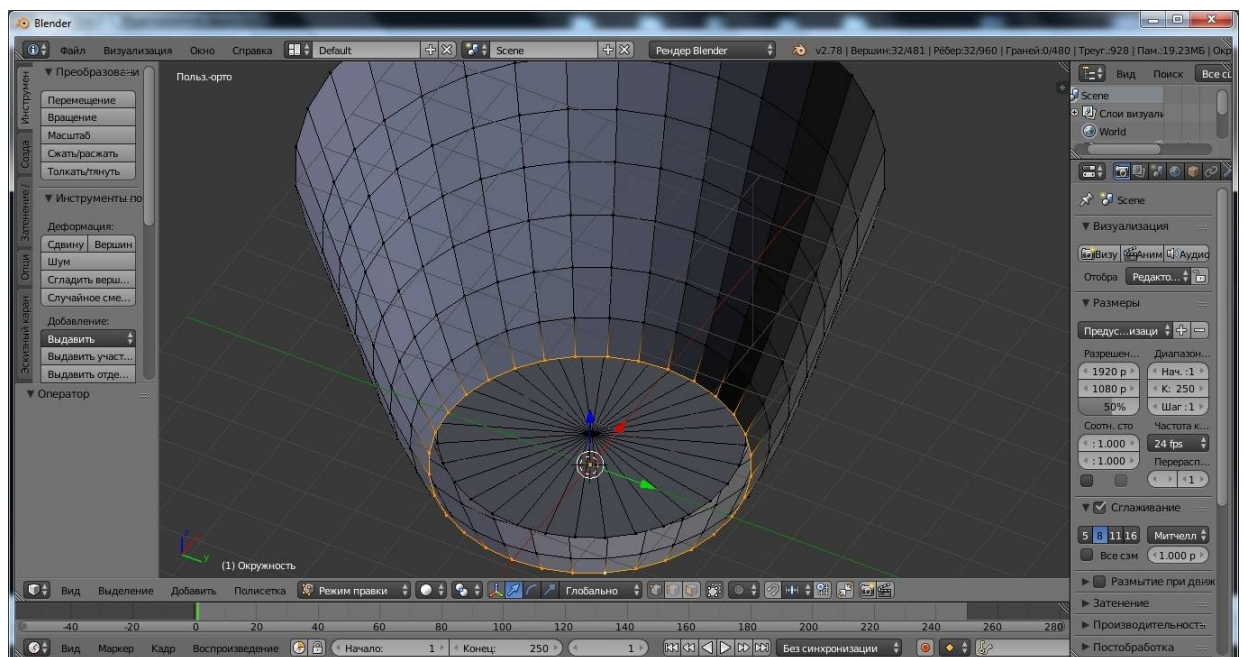


Рисунок 20

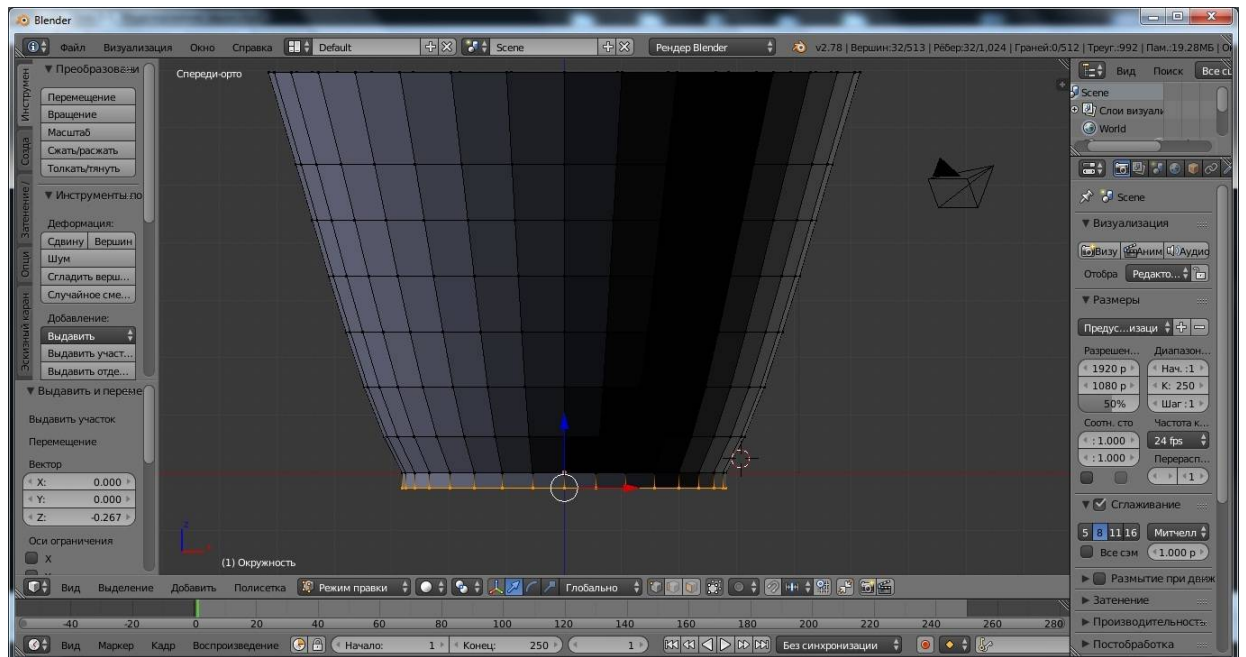


Рисунок 21

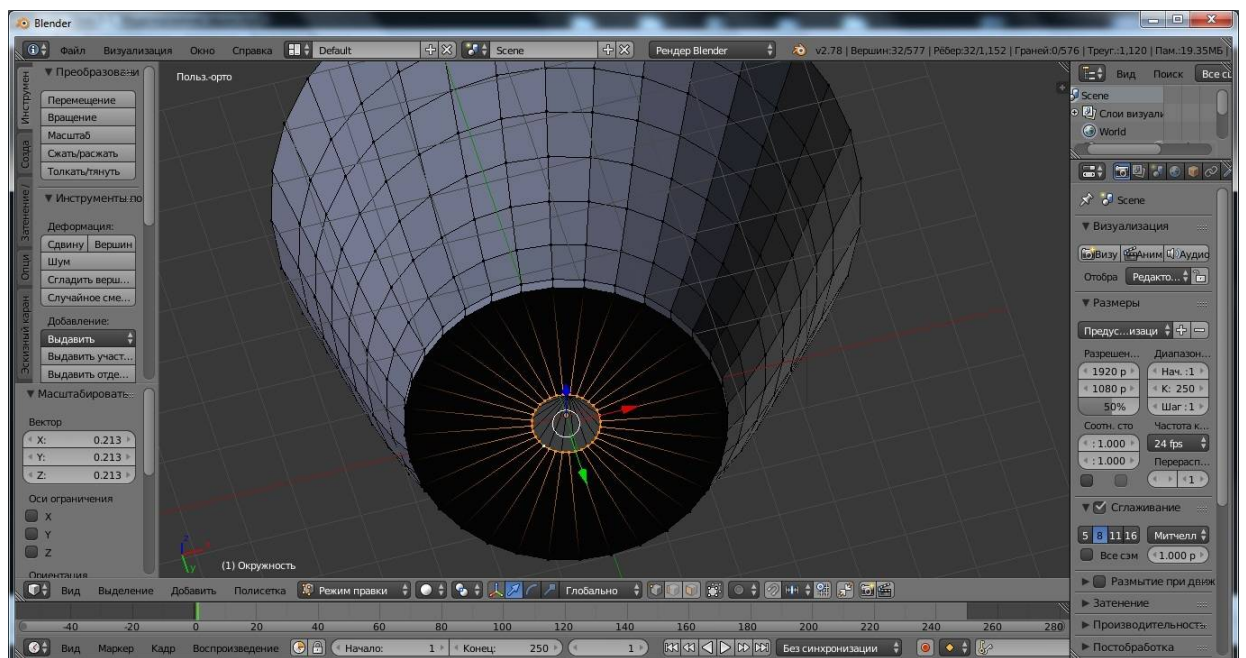


Рисунок 22



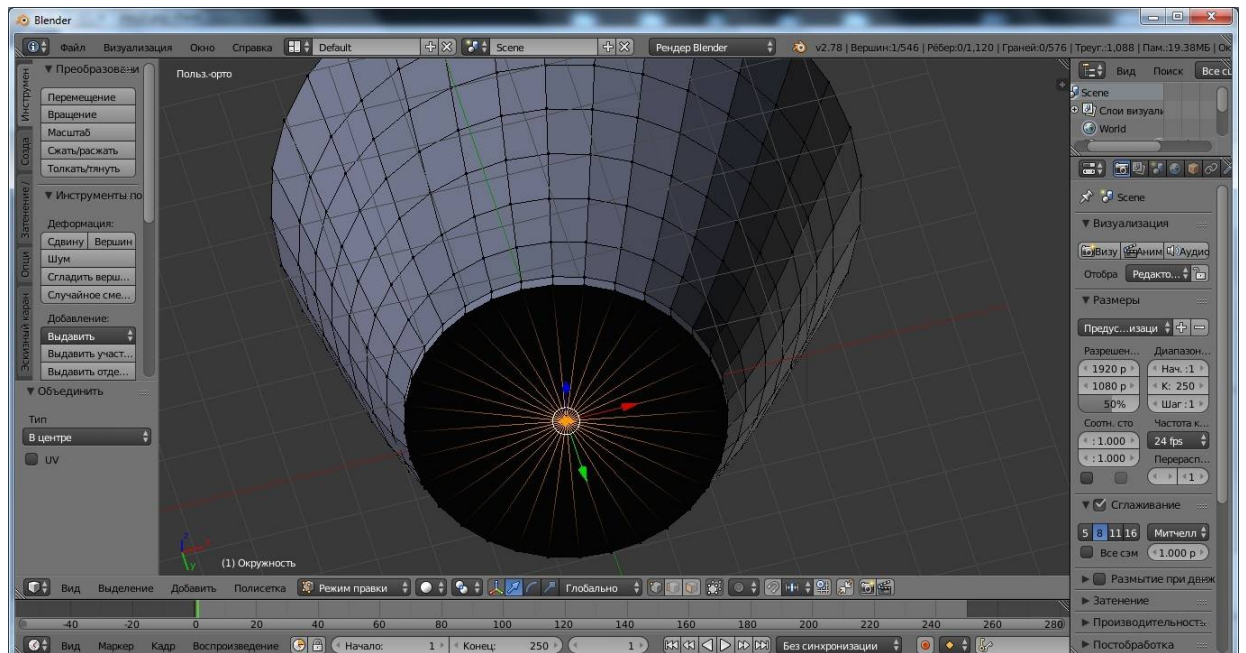


Рисунок 23

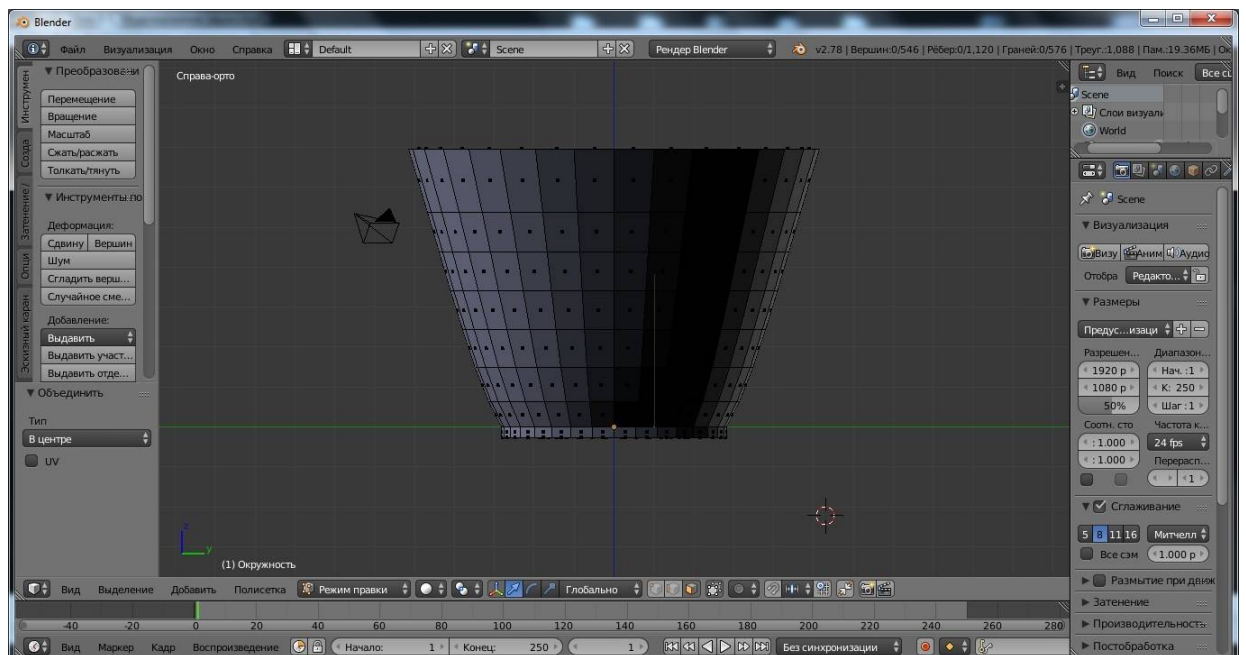


Рисунок 24



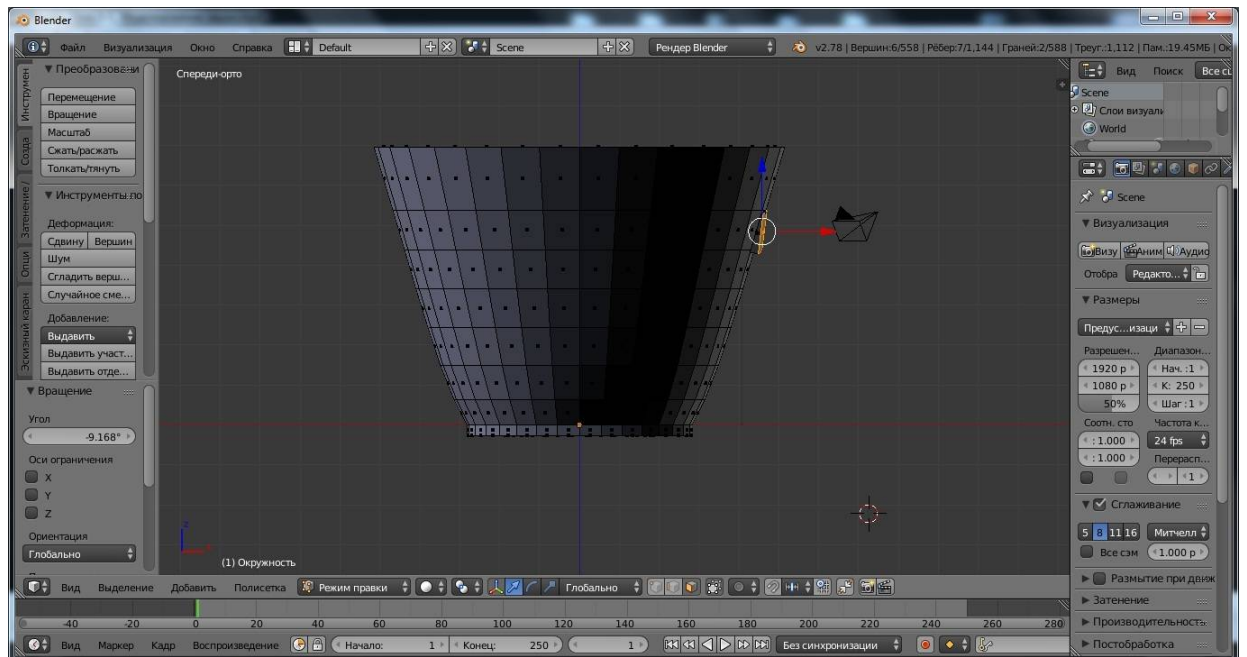


Рисунок 25

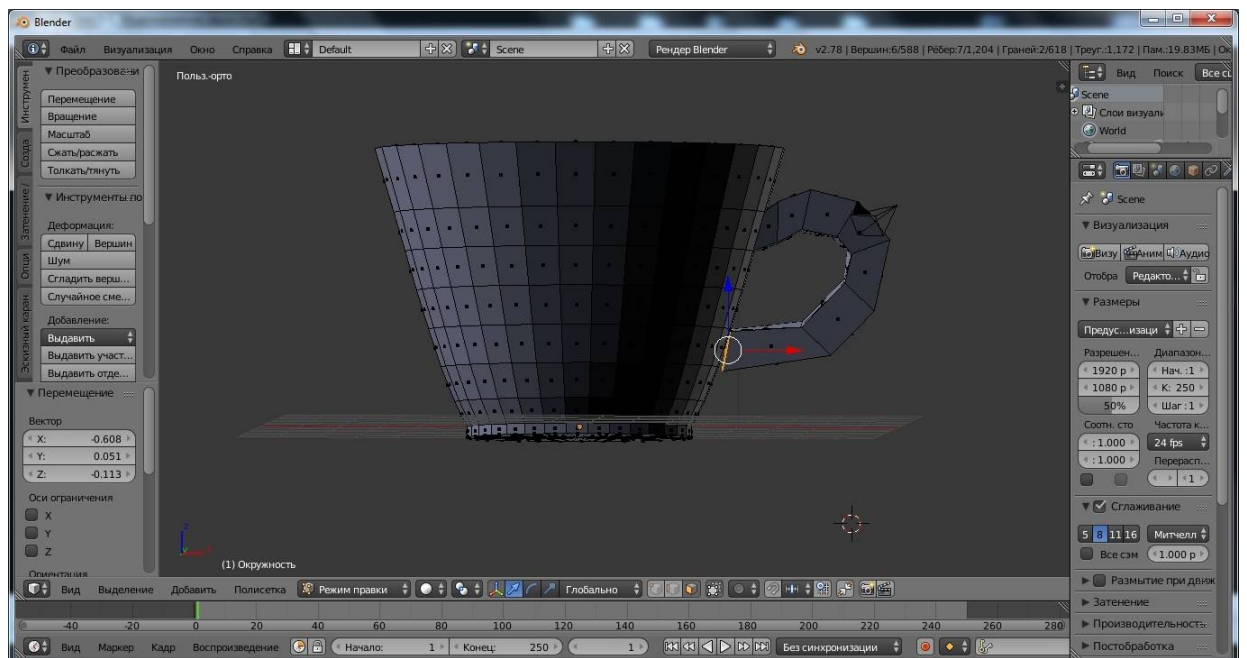


Рисунок 26

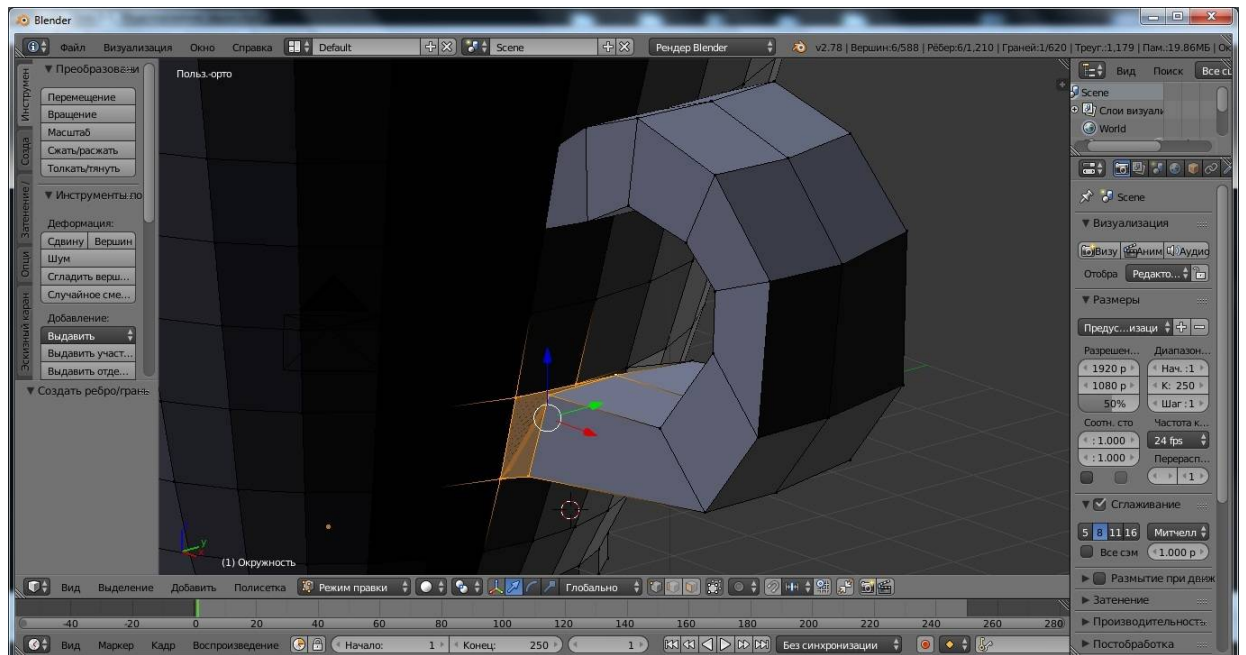


Рисунок 27

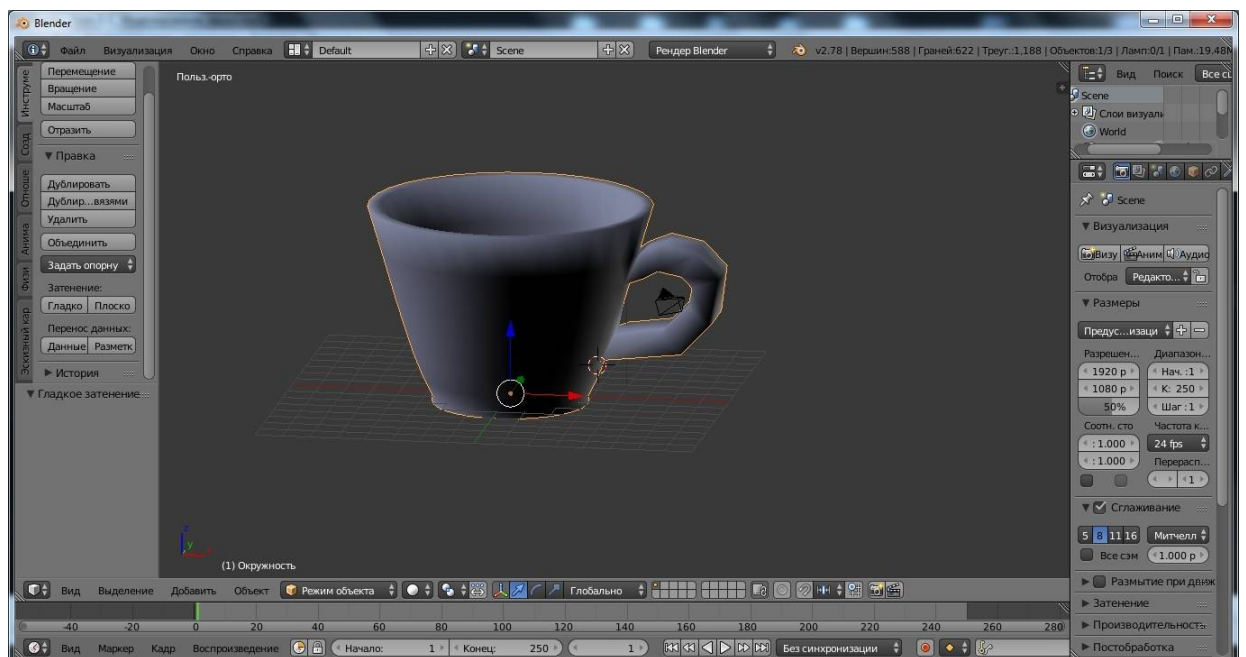


Рисунок 28

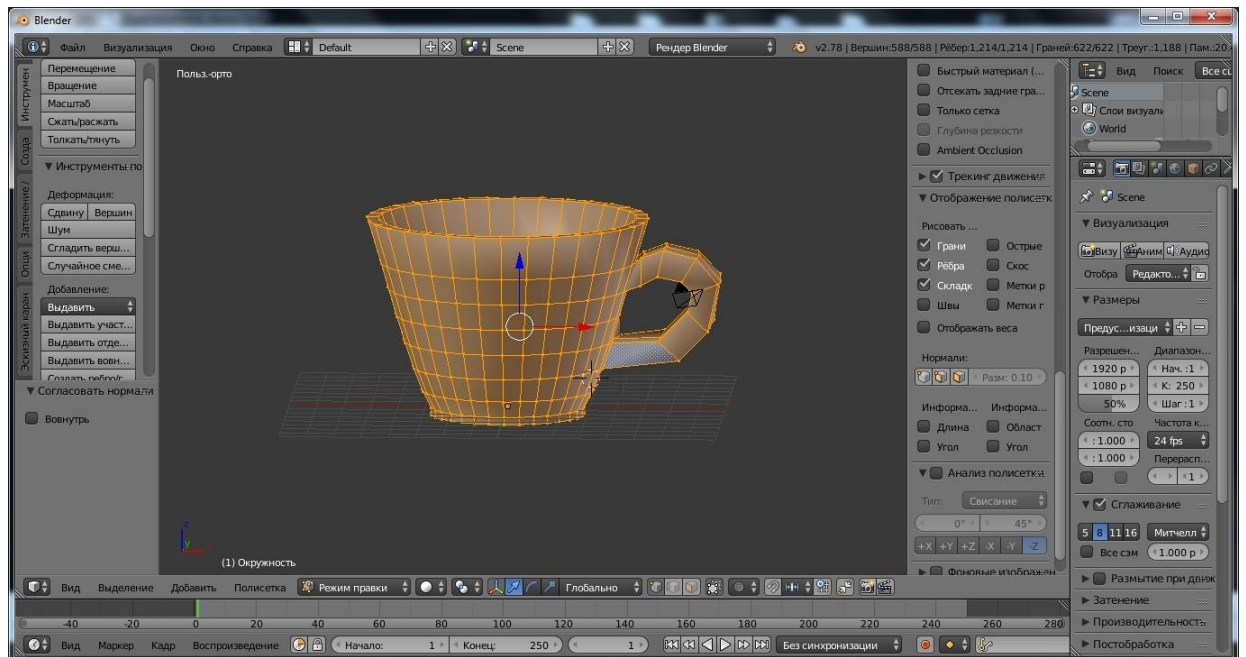


Рисунок 29

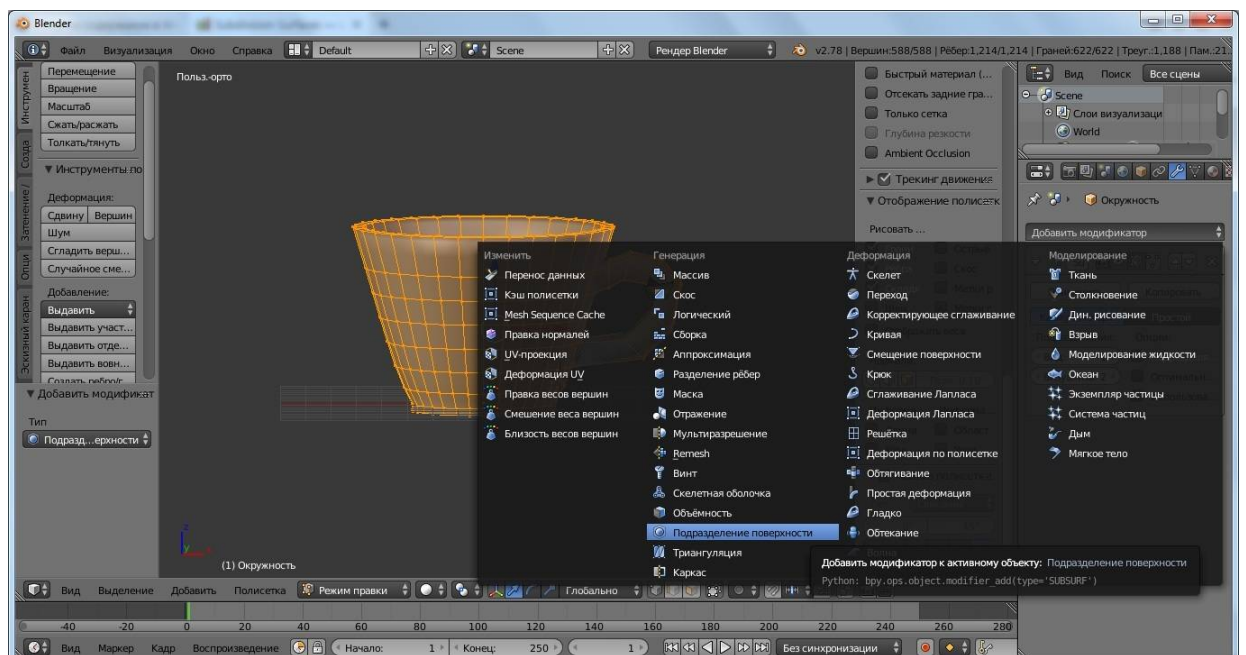


Рисунок 30

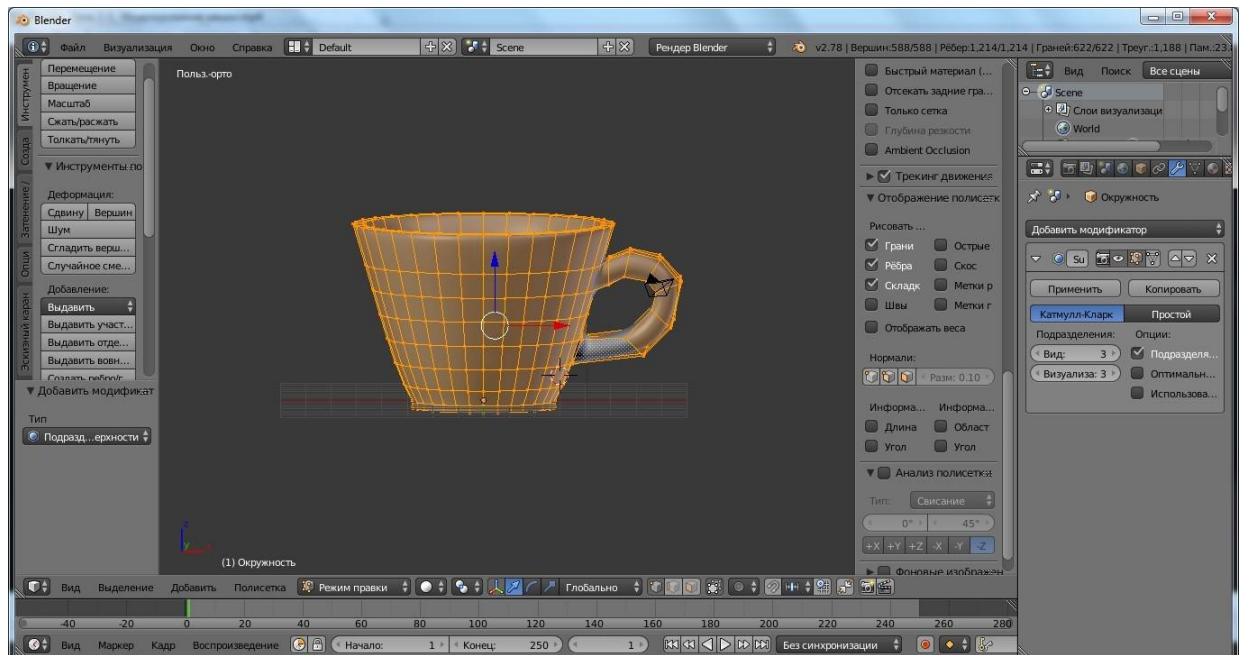


Рисунок 31

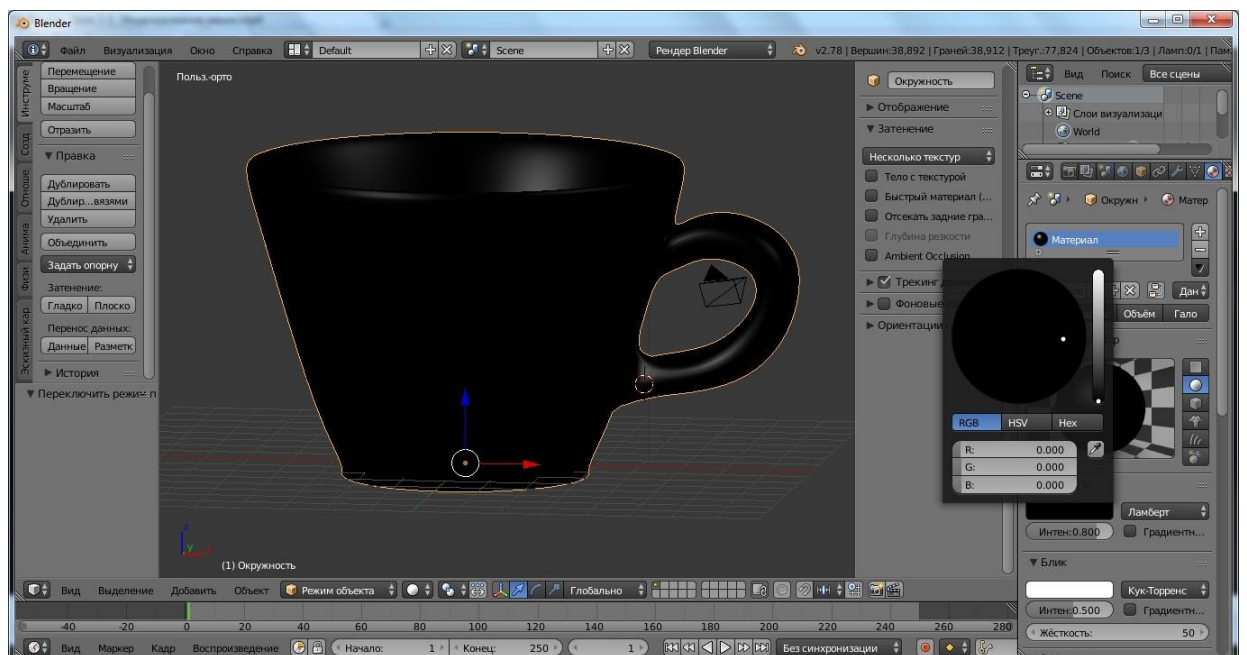


Рисунок 32



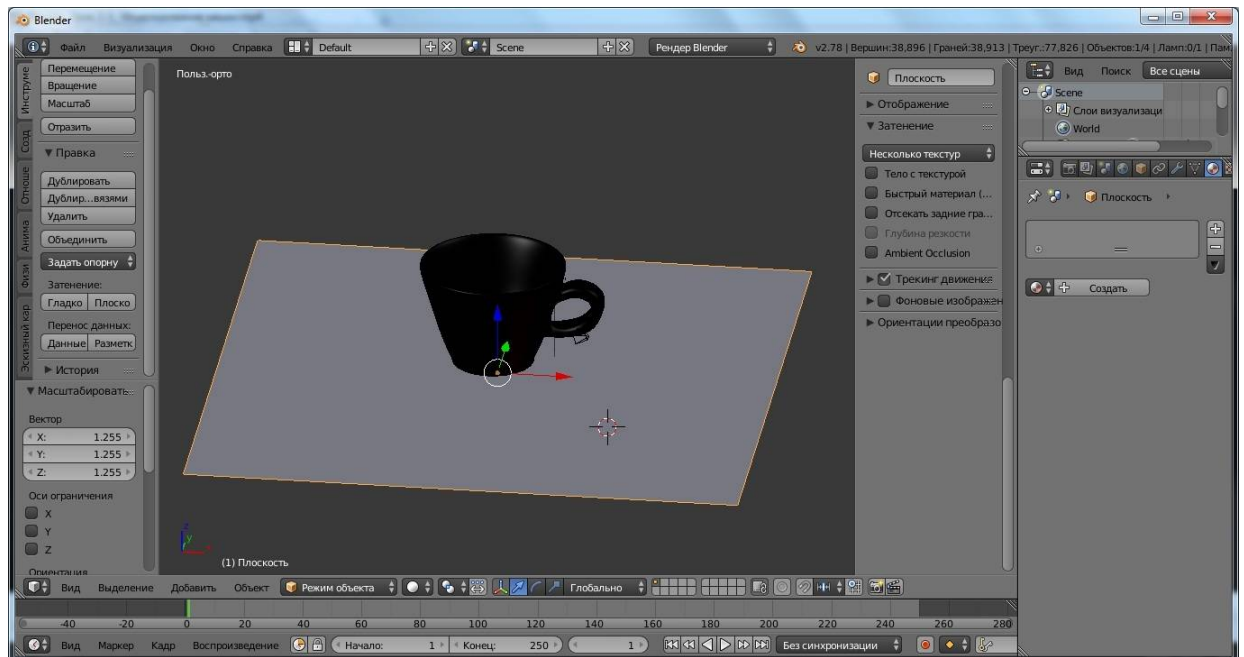


Рисунок 33

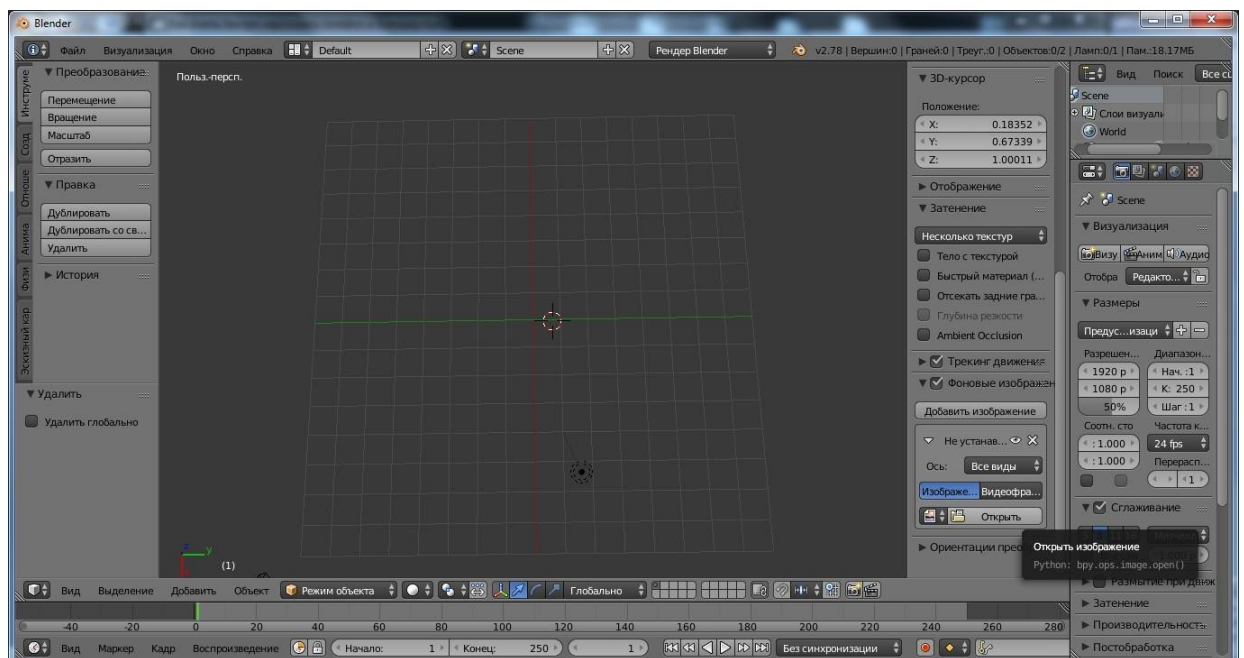


Рисунок 34



Рисунок 35



Рисунок 36



Рисунок 37



Рисунок 38



Рисунок 39

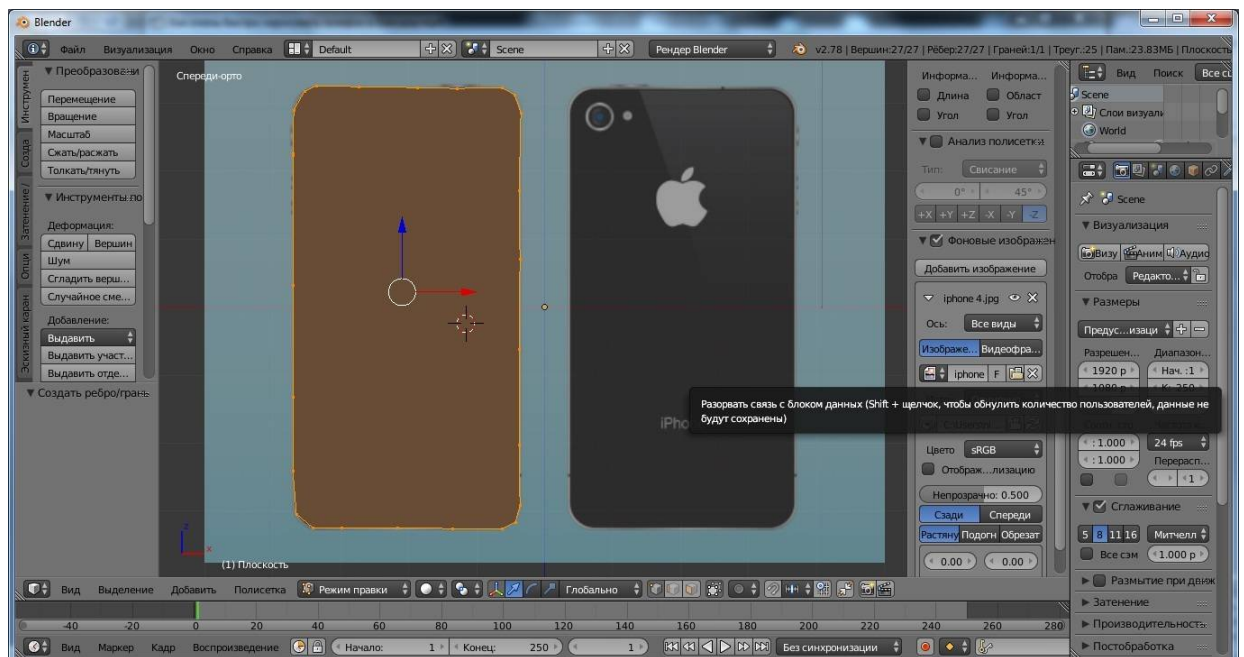


Рисунок 40



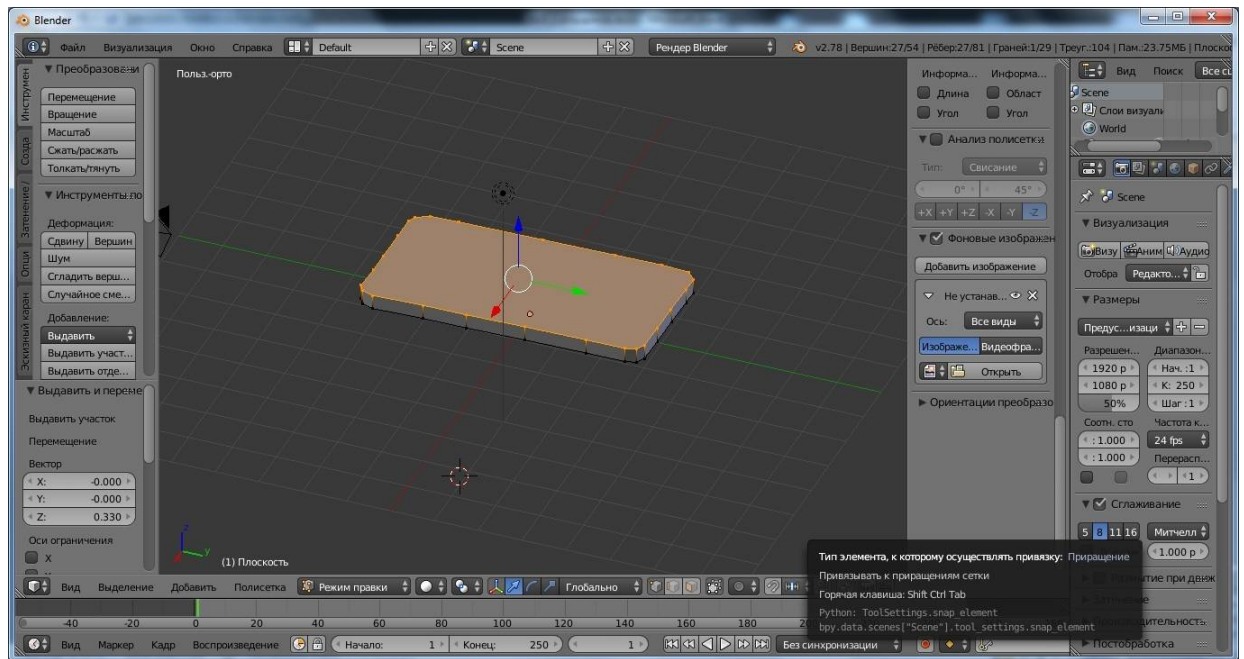


Рисунок 41

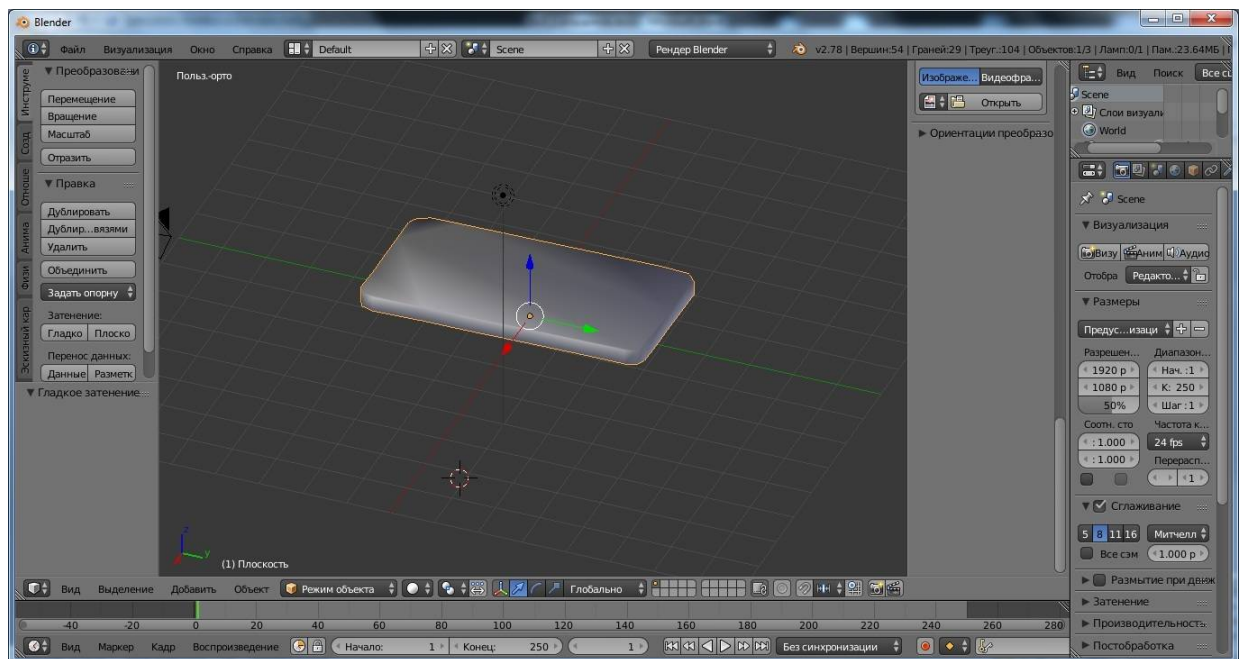


Рисунок 42

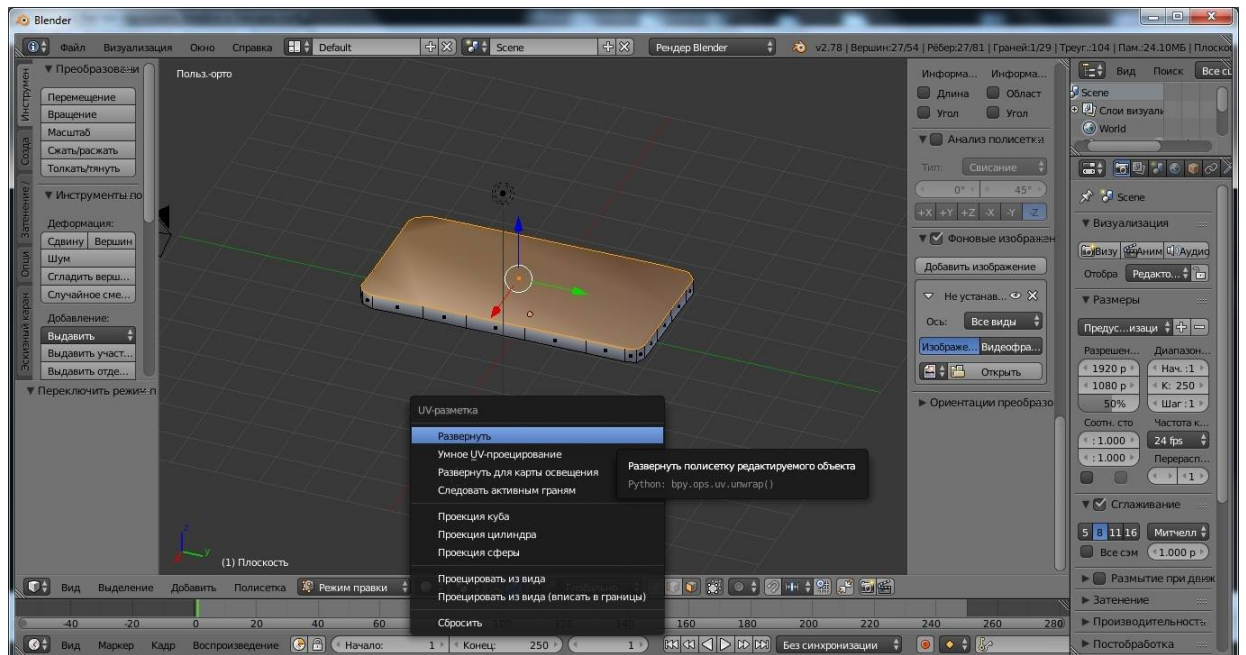


Рисунок 43

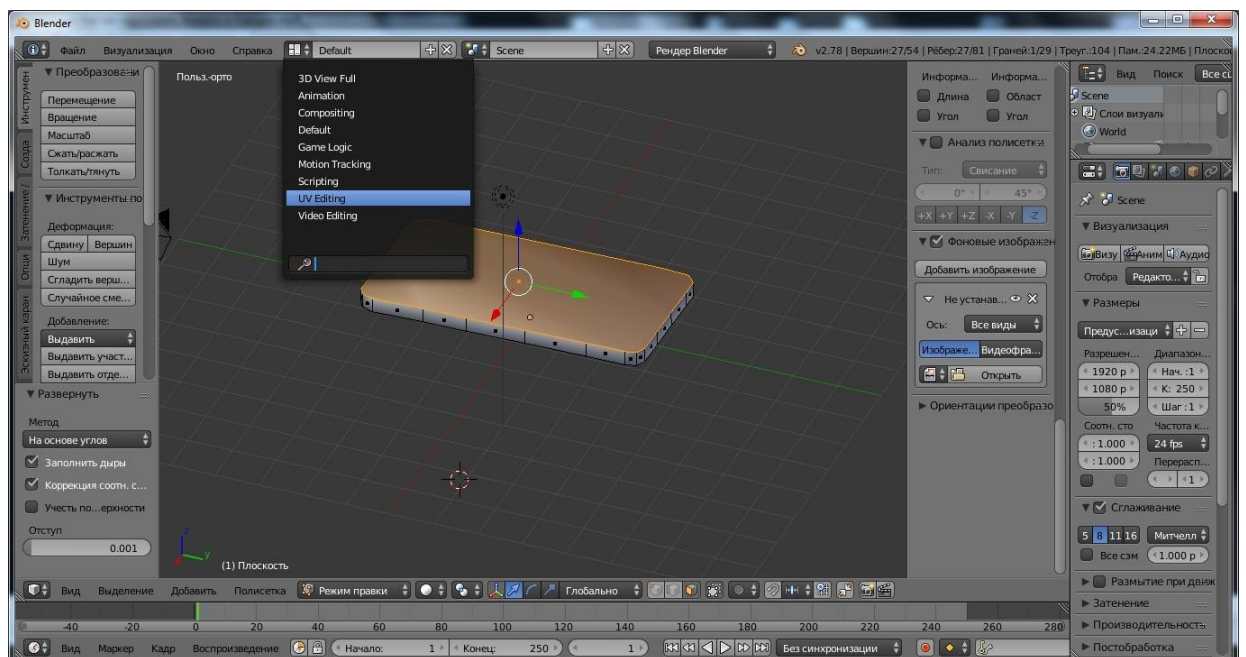


Рисунок 44

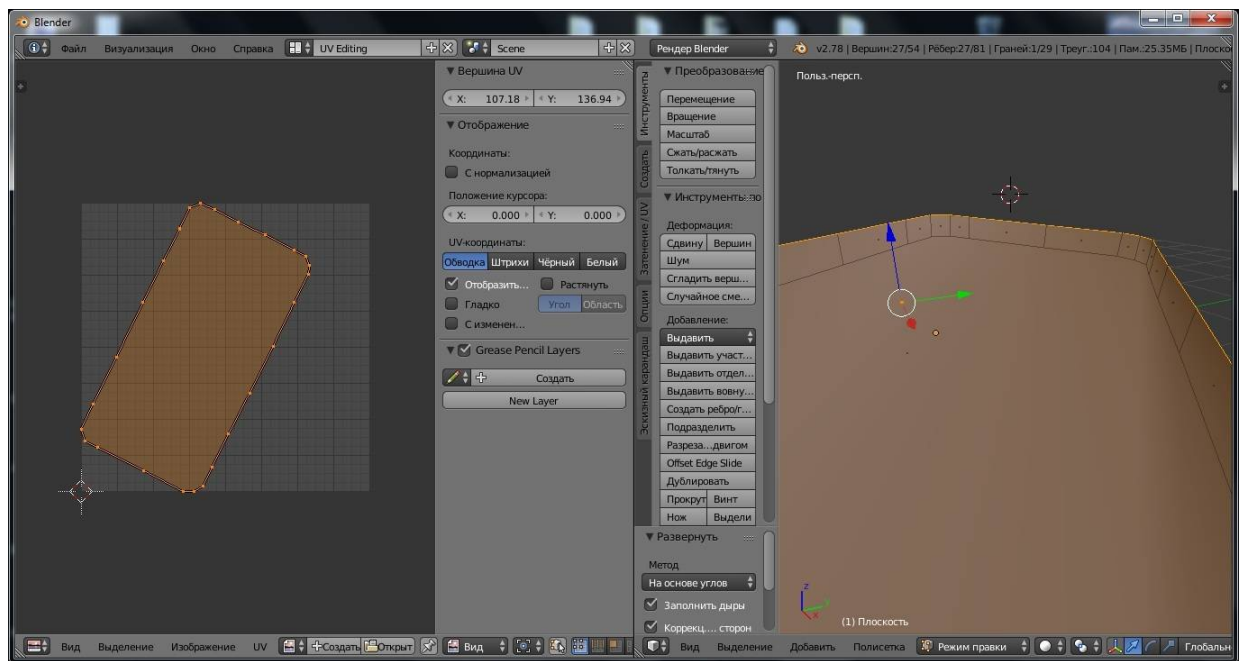


Рисунок 45

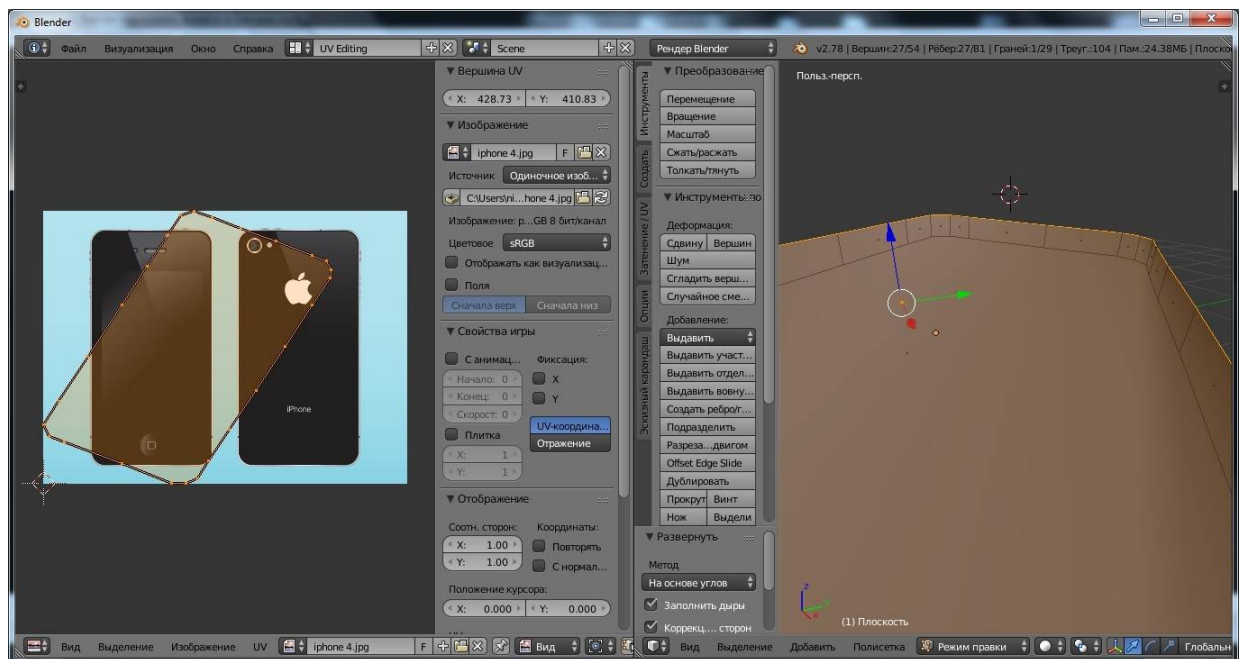


Рисунок 46

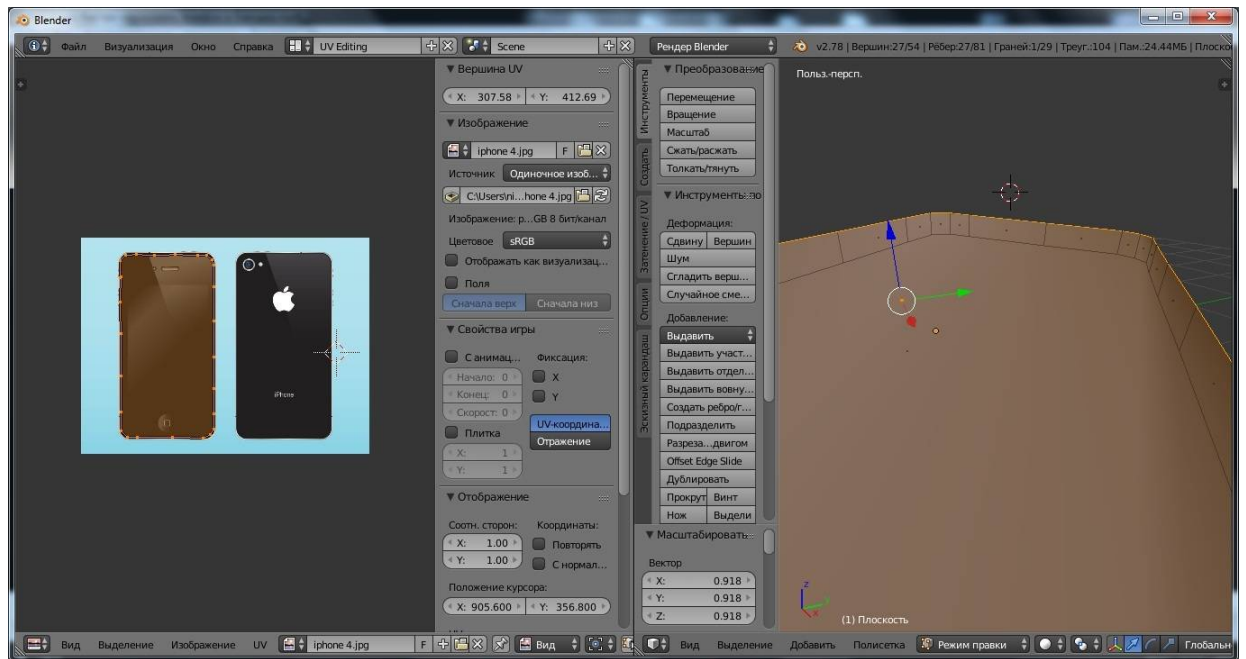


Рисунок 47

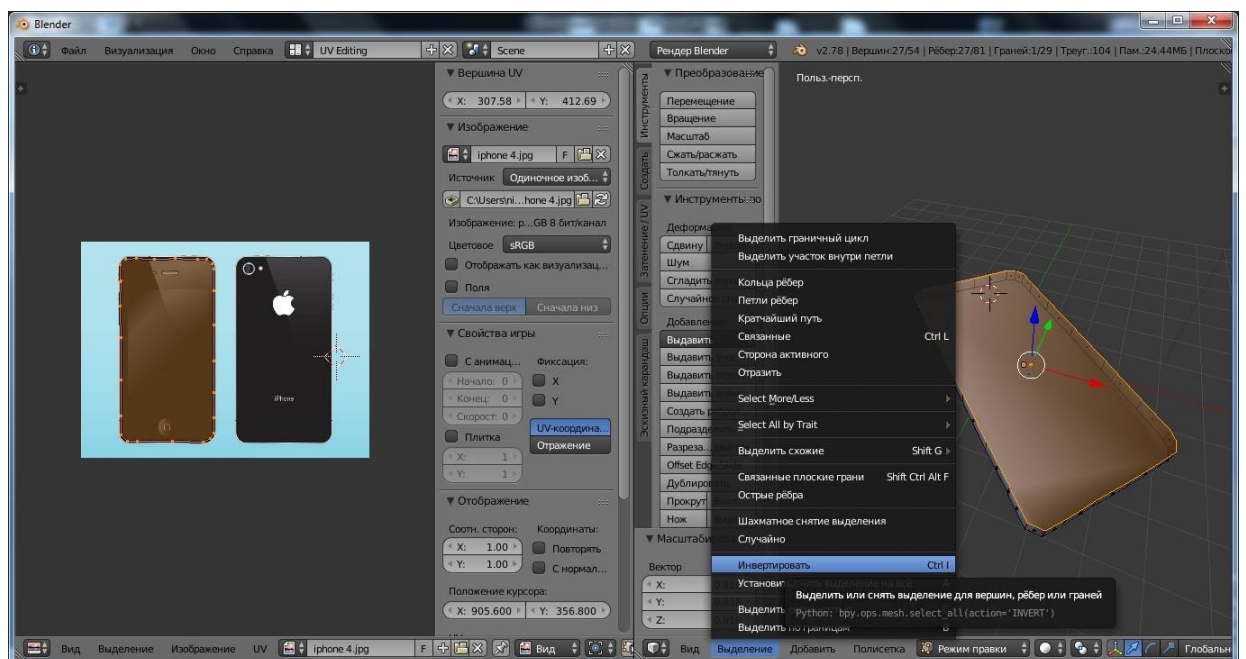


Рисунок 48



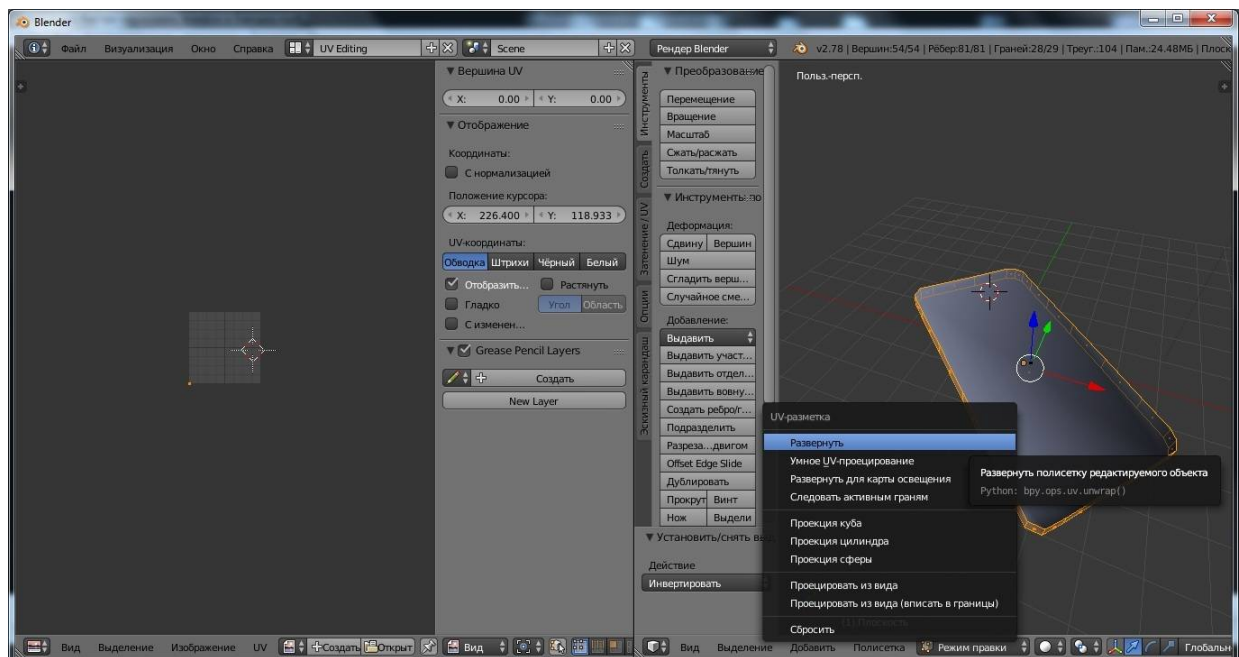


Рисунок 49

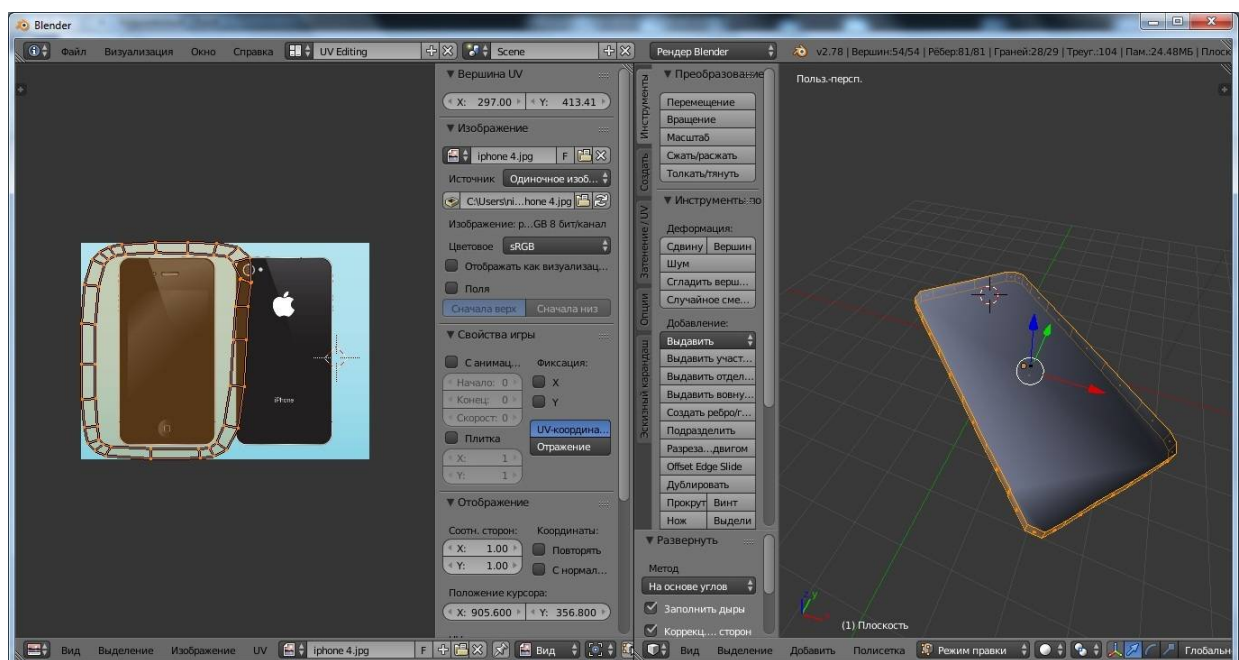


Рисунок 50

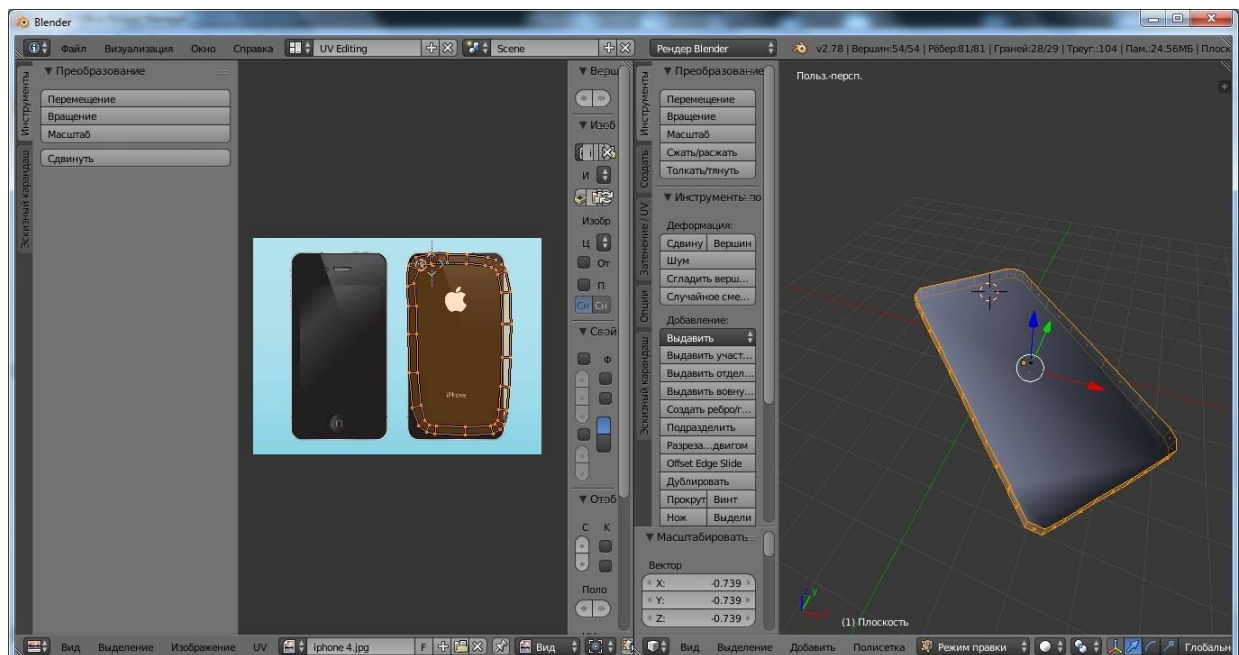


Рисунок 51

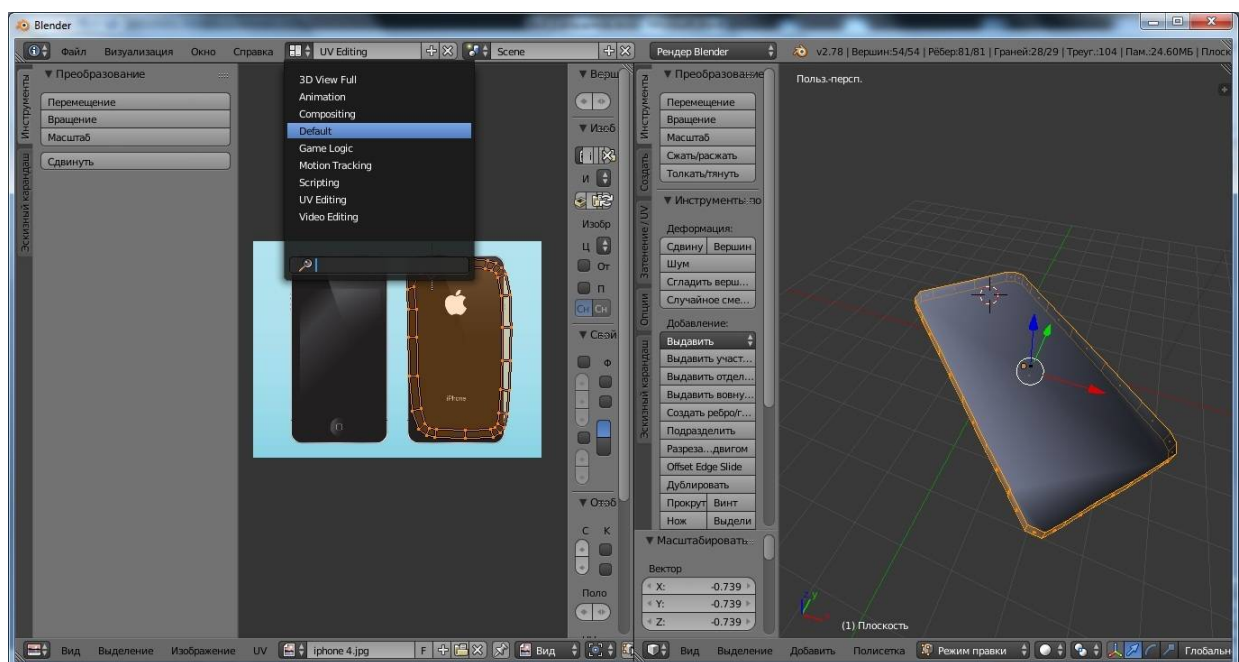


Рисунок 52

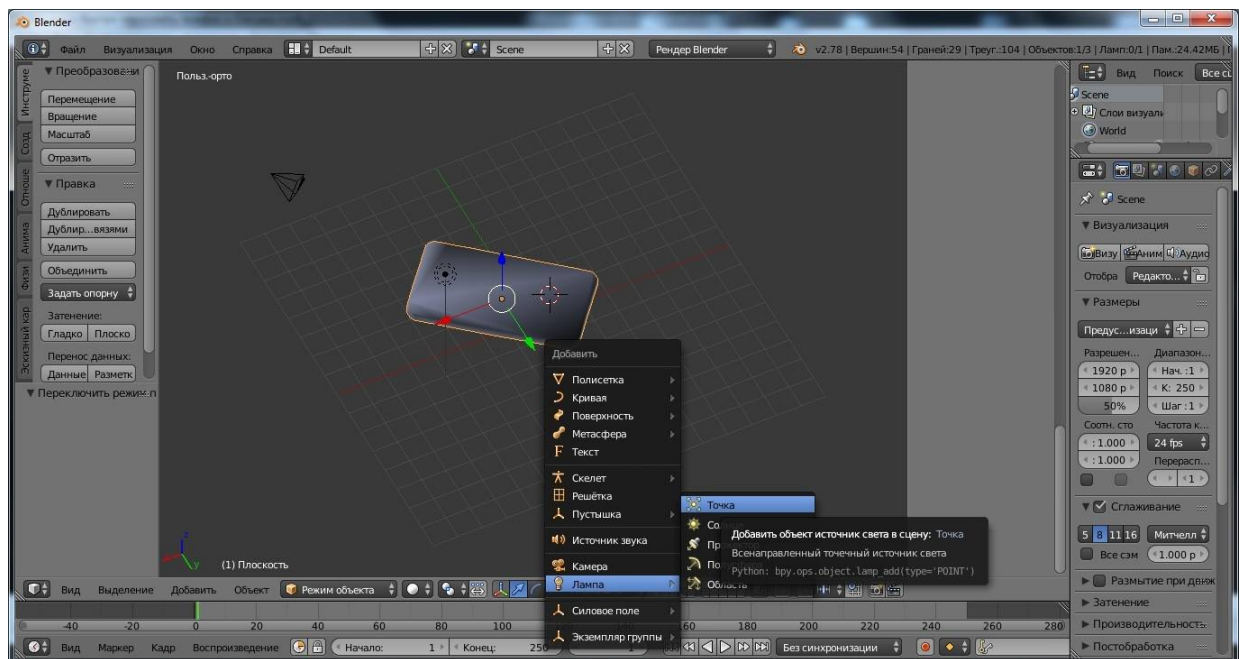


Рисунок 53

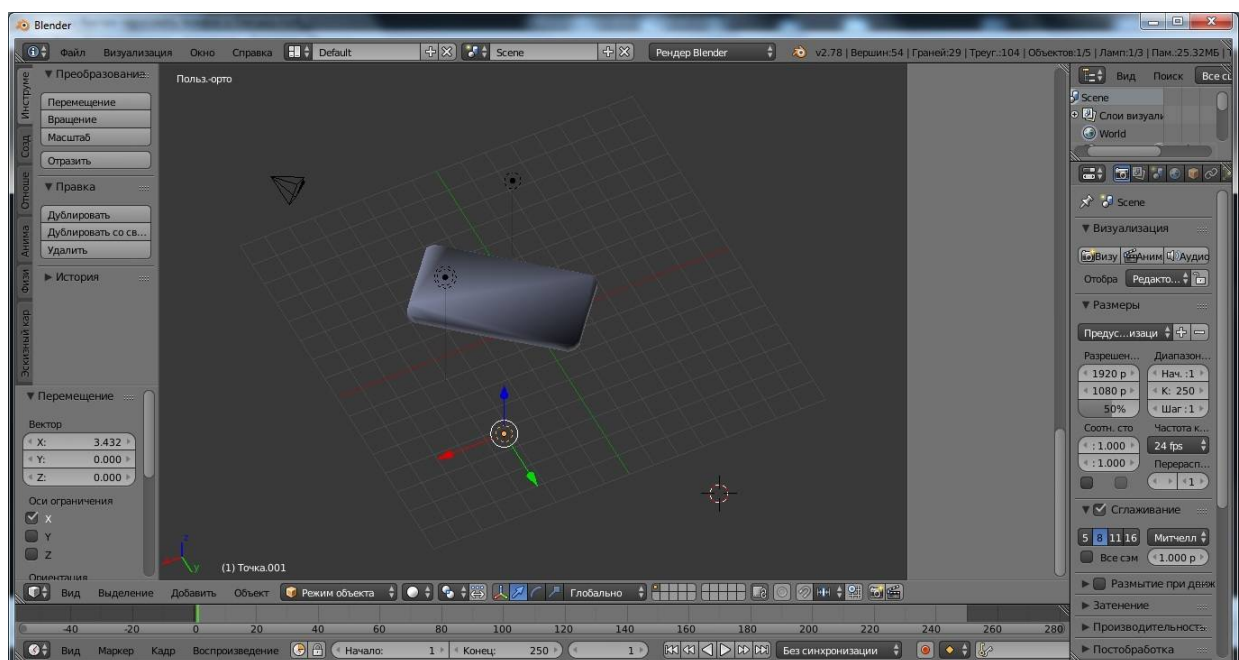


Рисунок 54

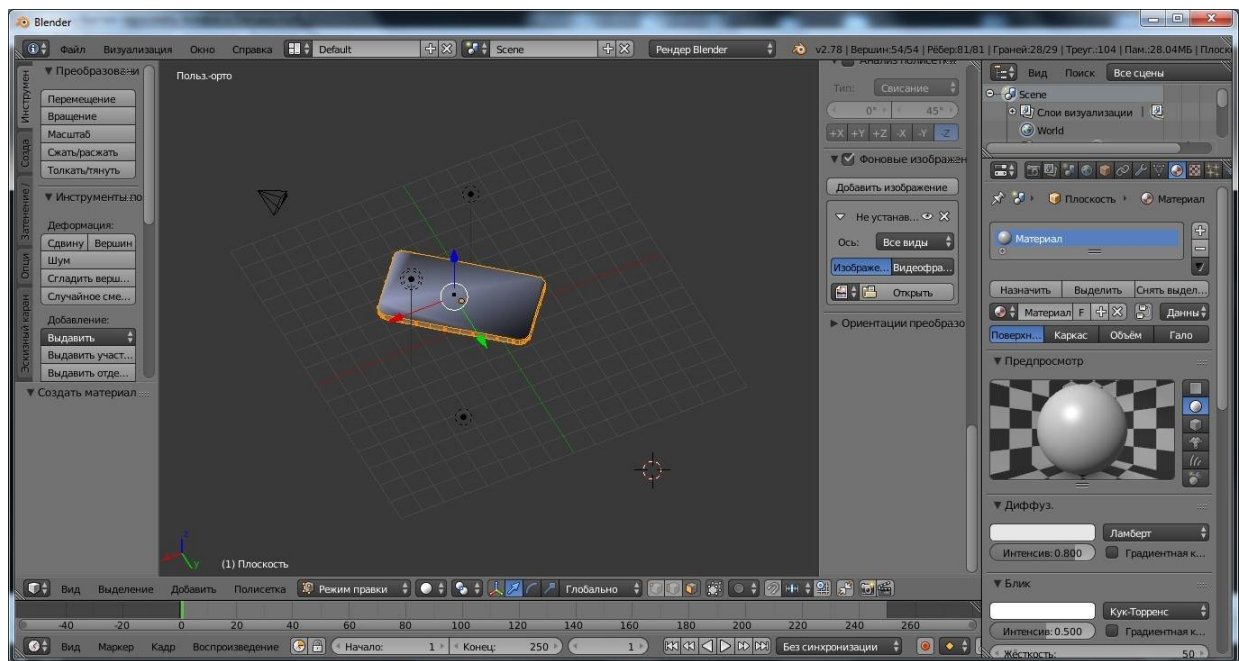


Рисунок 55

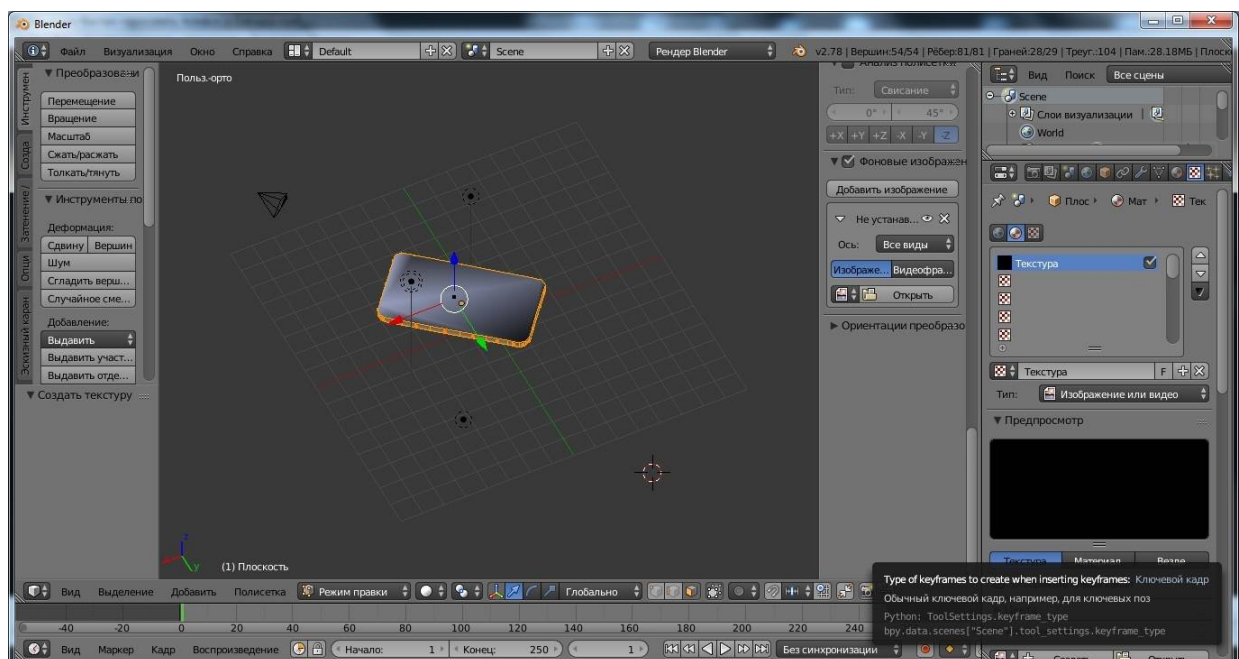


Рисунок 56



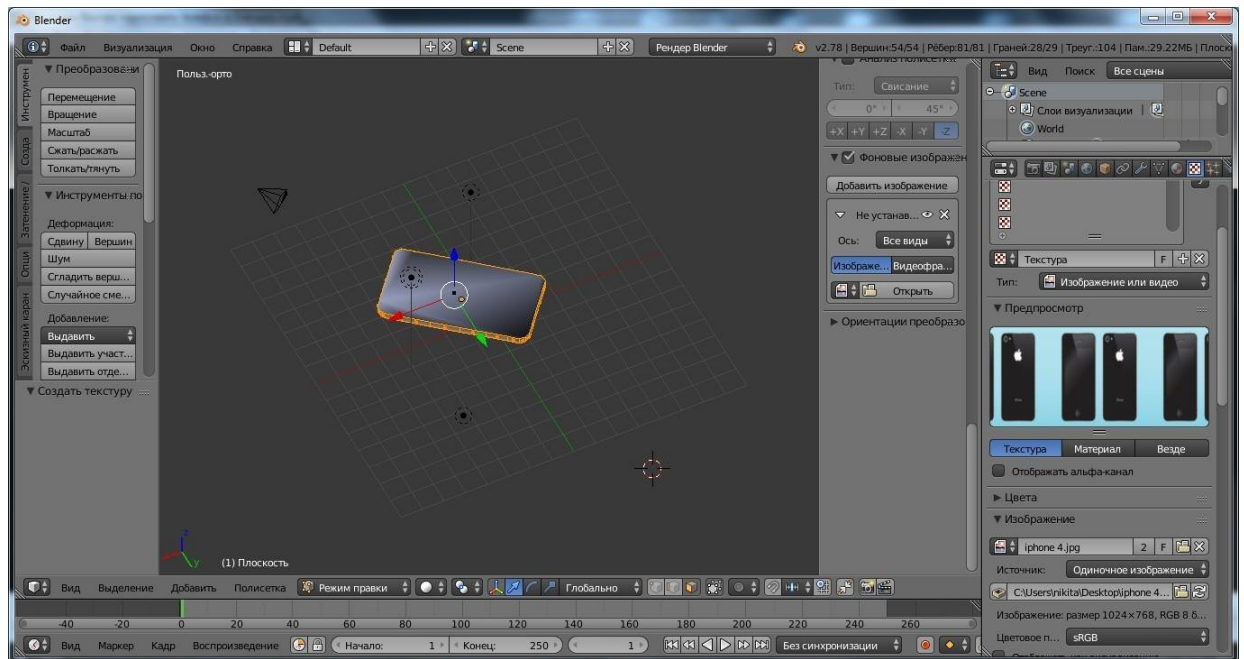


Рисунок 57

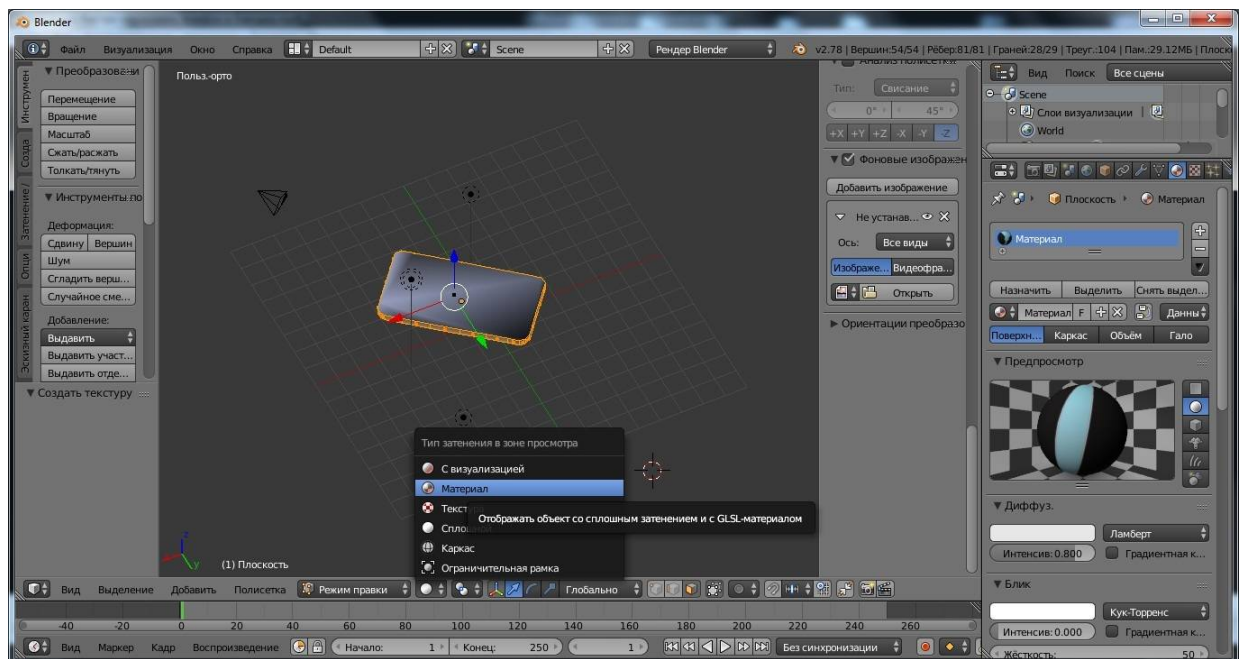


Рисунок 58

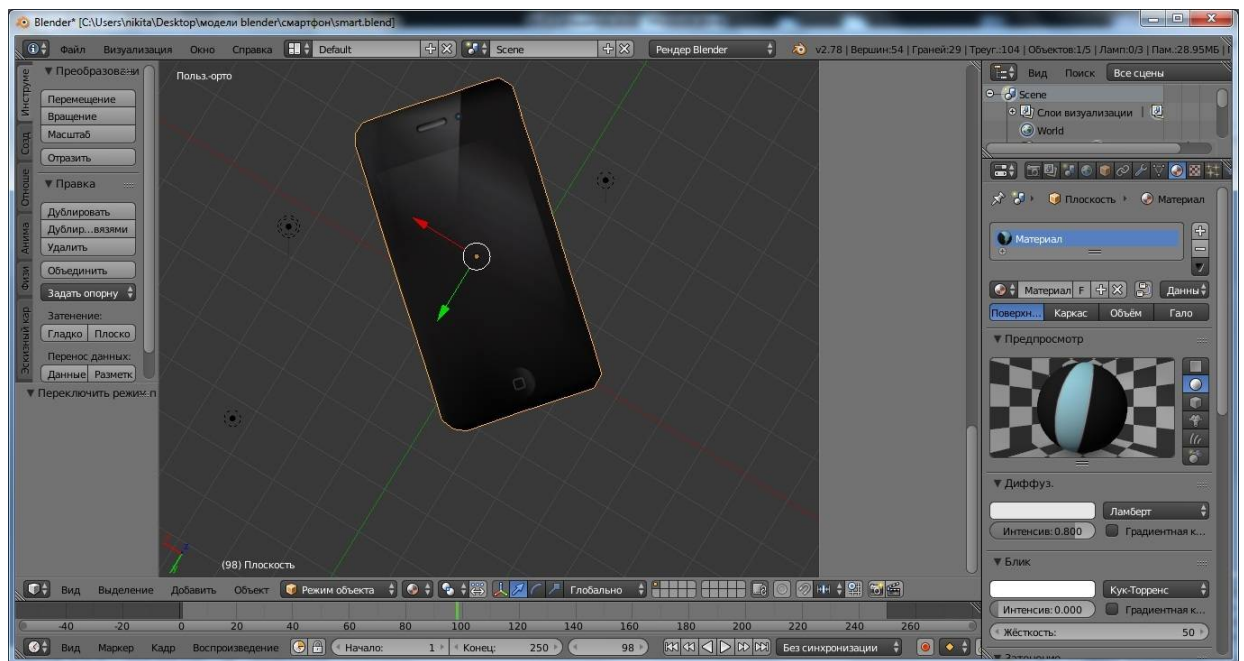


Рисунок 59

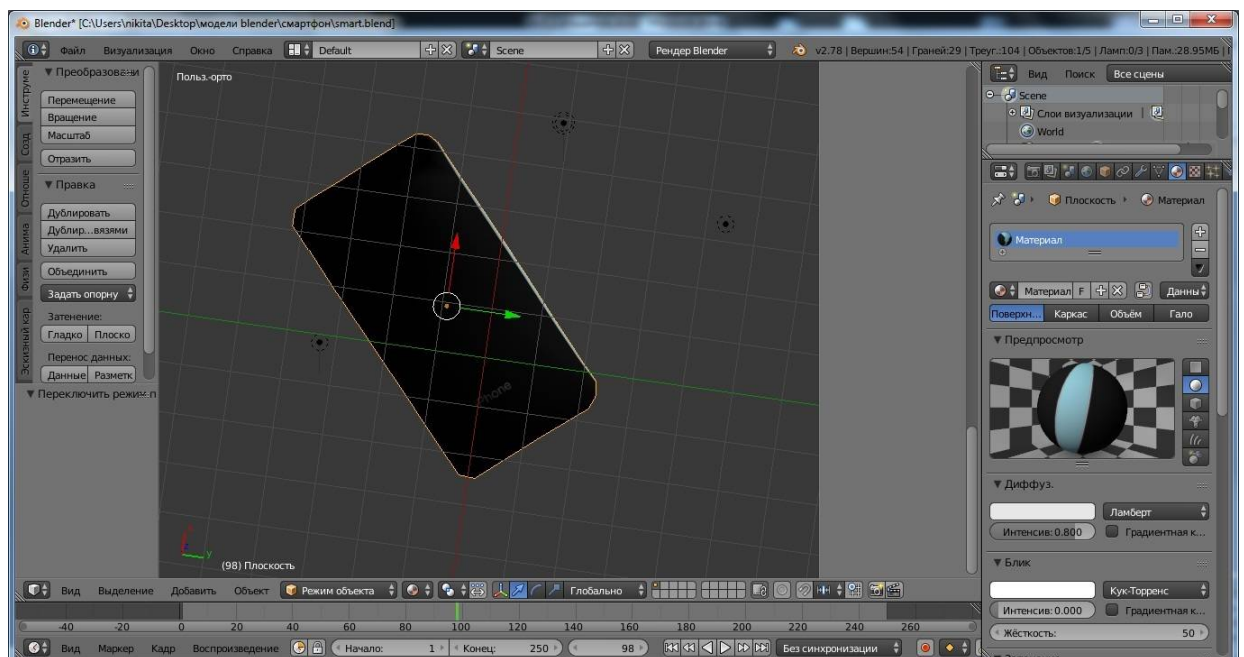


Рисунок 60